

U. S. NATIONAL MUSEUM



LIBRARY OF

Henry Guernsey Hubbard

AND

Eugene Amandus Schwarz

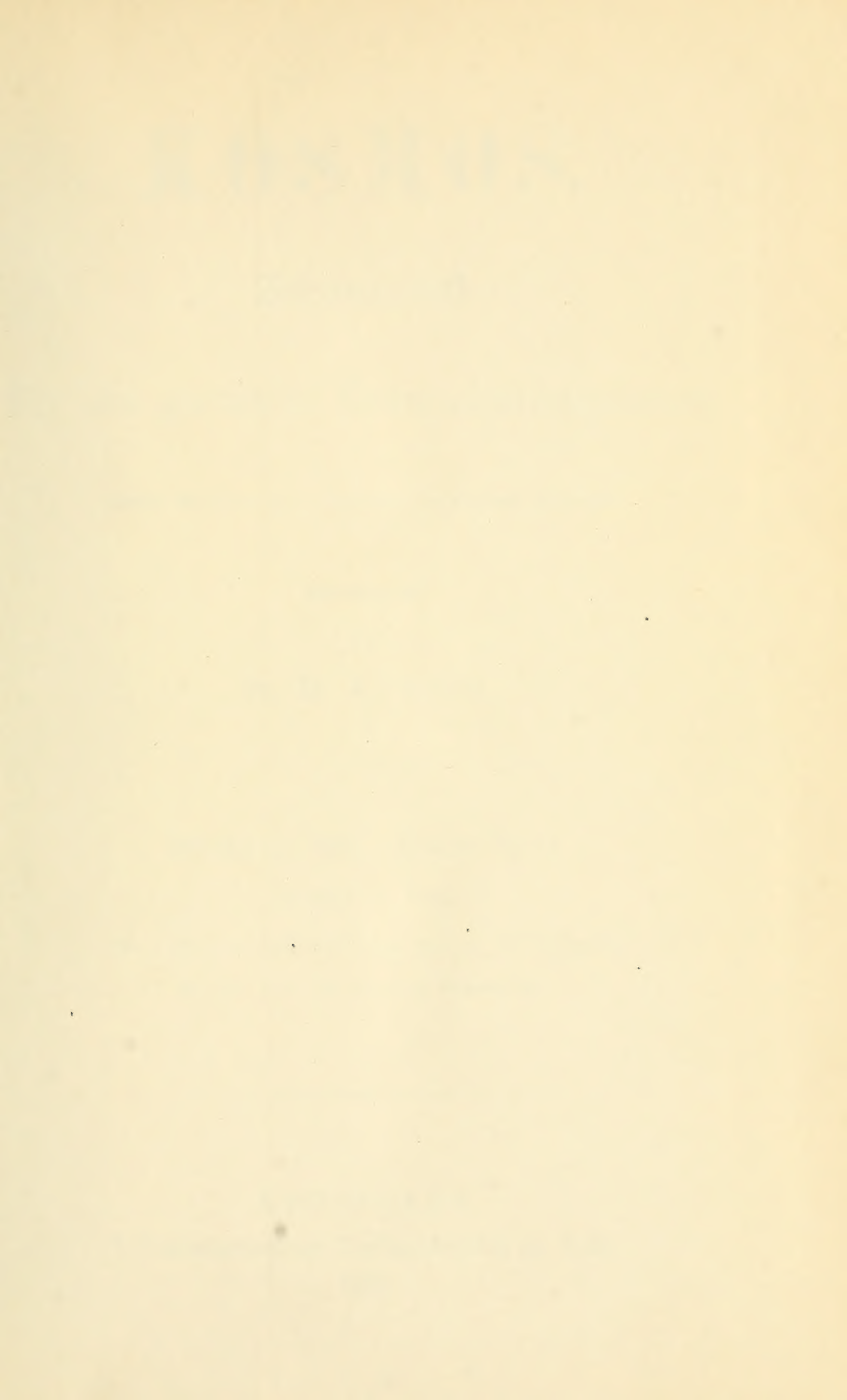


DONATED IN 1902

ACCESSION NO. 177507









505.43

KOSMOS.

Zeitschrift

für die gesamte Entwickelungslehre,

unter Mitwirkung zahlreicher namhafter Forscher

herausgegeben

von

Dr. B. Vetter.

Jahrgang 1885. Erster Band.

Januar — Juni.

(Der ganzen Reihe IX. Jahrgang. XVI. Band.)

Mit Taf. I, II und mehreren Holzschnitten.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1885.

National Museum Institution

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg, Carl Grüninger. Stuttgart.

Abhandlungen.

Wissenschaftliche Rundschau.

Anatomie.

Anthropologie.

Ethnologie.

Zoologie.

Botanik.

Biologie.

Geologie.

Meteorologie.

Litteratur und Kritik.

Notizen.

Berichtigungen.

Autoren-Register.

A. bedeutet Abhandlungen. **R.** Autoren der unter „Wissenschaftliche Rundschau“, **L.** Autoren der unter „Litteratur und Kritik“ besprochenen Werke. **Vf. M.** Verfasser von Mitteilungen in der „Wissenschaftlichen Rundschau“, **Vf. L.** Verfasser von Litteraturbesprechungen. Die Beiträge des Herausgebers zu letzteren beiden Abteilungen sind hier nicht unter besonderem Autornamen aufgeführt.

Sach-Register.

Verzeichnis der Mitarbeiter.

Dr. Asper (Zürich), Dr. J. von Bedriaga (Nizza), Prof. Dr. C. Berg (Buenos Aires), Dr. R. S. Bergh (Kopenhagen), Dr. K. Brandt (Neapel), Dr. W. Breitenbach (Frankfurt), B. von Carneri (Marburg a. D.), Prof. Dr. C. W. von Dalla Torre (Innsbruck), Dr. O. Dammer (Berlin), Francis Darwin (Down, Kent), Prof. Dr. J. Delboeuf (Lüttich), Baron N. von Dellingshausen (Kattentack), Prof. Dr. A. Dodel-Port (Zürich), Dr. C. Düsing (Aachen), Dr. C. du Prel (München), Dr. H. Eisig (Neapel), Herm. Engelhardt (Dresden), Prof. Dr. H. Fischer (Freiburg i. B.), Prof. Dr. Max Flesch (Bern), Dr. W. O. Focke (Bremen), Prof. Dr. H. Fol (Genf), Prof. Dr. A. Forel (Zürich), Dr. J. Forsyth Major (Florenz), Prof. Dr. K. v. Fuchs (Oedenburg), Prof. Dr. M. Fürbringer (Amsterdam), Prof. Dr. E. Geinitz (Rostock), Dr. A. Goldberg (Chemnitz), Prof. Dr. L. von Graff (Graz), Dr. H. Griesbach (Basel), Prof. Dr A. Gruber (Freiburg i. B.), Prof. Dr. S. Günther (Ansbach), Prof. Dr. Gumplowicz (Graz), Prof. Dr. E. Haeckel (Jena), Dr. Ferd. Hauck (Triest), Dr. Fr. Heincke (Oldenburg), Dr. E. Heinricher (Graz), Dir. Dr. Th. de Heldreich (Athen), Friedrich v. Hellwald (Stuttgart), Prof. Dr. O. Hertwig (Jena), Prof. Dr. R. Hertwig (München), Prof. Dr. A. Herzen (Lausanne), Prof. Dr. F. Hilgendorf (Berlin), Prof. Dr. Hörnes (Graz), Prof. Dr. E. Hoffer (Graz), Prof. Dr. G. Hoffmann (Dresden), Dr. J. Holetschek (Währing b. Wien), Prof. Dr. A. A. W. Hubrecht (Utrecht), Prof. Th. H. Huxley (London), Dr. H. von Ihering (Rio Grande, Bras.), Dr. Fr. Johow (Bonn), Dr. S. Kalischer (Berlin), Dr. Conr. Keller (Zürich), Dr. Rob. Keller (Winterthur), Dr. J. von Kennel (Würzburg), Prof. Dr. G. von Koch (Darmstadt), Clemens König (Dresden), Dr. Fr. Th. Köppen (Petersburg), Dr. W. Köppen (Hamburg), Prof. Dr. J. Kollmann (Basel), Dr. E. Krause (Berlin), Dr. A. Lang (Neapel), G. Lindner (Zschopau), Sir John Lubbock (London), Prof. Dr. Luchsinger (Bern), Dr. F. Ludwig (Greiz), Prof. Dr. Hub. Ludwig (Giessen), Prof. Dr. P. Magnus (Berlin), Prof. O. C. Marsh (New-Haven), Dr. W. Marshall (Leipzig), Prof. Dr. A. Maurer (Lausanne), J. Mestorf (Kiel), Prof. Dr. Ernst von Meyer (Leipzig), Dr. Jos. Moeller (Mariabrunn b. Wien), Dr. Fritz Müller (Blumenau, Bras.), Dr. J. Nathan (Berlin), Prof. Dr. A. Nehring (Berlin), Alfr. Nossig (Lemberg), A. Passow (Jena), Dr. Henry Potonié (Berlin), Prof. Dr. W. Preyer (Jena), W. von Reichenau (Mainz), Prof. G. J. Romanes (London), Dr. E. Roth (Berlin), Dr. W. Roux (Breslau), Dr. A. F. W. Schimper (Bonn), Dr. Emil Schmidt (Leipzig), Direktor Dr. Max Schmidt (Berlin), Prof. Dr. O. Schmidt (Strassburg), Prof. Dr. Fr. Schultze (Dresden), Dr. G. Seidlitz (Königsberg), Prof. Dr. B. Solger (Halle), Prof. Dr. J. Soury (Paris), Herbert Spencer (London), Dr. J. W. Spengel (Bremen), Berthold Thorsch (Prag), G. Tornier (Leipzig), Dr. A. Tschirch (Berlin), Dr. Vaihinger (Strassburg), Dr. G. C. J. Vosmaer (Neapel), Prof. Dr. M. Wagner (München), Dr. H. Wankel (Olmütz), Prof. Dr. A. Weismann (Freiburg i. B.), Prof. Dr. A. Wernich (Berlin), Dr. A. Wernicke (Braunschweig), D. J. Wetterhan (Freiburg i. B.), Prof. Dr. R. Wiedersheim (Freiburg i. B.), Prof. Dr. L. Wittmack (Berlin), Dr. L. Würtenberger (Karlsruhe), L. Zehnder (Basel), Rud. Zeller (Zürich), Dr. J. E. Zilliken (Genua), Prof. Dr. W. Zopf (Halle a. S.).



Zur Geschichte der Moral.

Von

B. Carneri.

Die Moral läßt nur geschichtlich sich begreifen und erklären, weil sie das Werk der Geschichte ist und obwohl sie in der vorgeschichtlichen Zeit ihren Anfang genommen hat. Die vorgeschichtliche Zeit unterscheidet sich nur dadurch von der geschichtlichen, daß wir bei ihr auf andere Quellen denn bei dieser angewiesen sind. Die prähistorischen Quellen sind vornehmlich monumentaler Natur und aus ihnen kommt man indirekt erst durch Schlüsse auf das, was in der historischen Zeit in irgend einer Form der Aufzeichnung bereits als geschildert vorliegt. Gewiß dürfen derlei Aufzeichnungen nicht unkritisch aufgenommen werden, und es ist diese Arbeit sogar eine sehr schwierige: allein die Aufgabe, auf Grund von Denkmälern, Bauten, Geräten, Werkzeugen, Waffen und oft sehr zweifelhaften Überresten einer selbst nach der Zeit nicht genauer bestimmbaren Entwickelungsperiode ein verläßliches Bild menschlicher Sitten zu entwerfen, ist eine noch viel schwierigere Arbeit. Dennoch ist es der modernen Wissenschaft gelungen, in die Archäo-Anthropologie wie in die Geschichtsquellen im engern Sinn soviel Klarheit zu bringen, daß wir in die Lage versetzt sind, von der ältesten bis zur neuesten Zeit die Sittenentwickelung zu verfolgen. Wir können uns nämlich in großen Zügen ein Bild des Menschen machen, der, durch seine geistige Überlegenheit zur Erkenntnis kommend, daß er die übrige Natur beherrschen könne, und durch die Not gezwungen, gesellschaftliche Schranken sich aufzuerlegen, zu Sitten gelangt ist, aus welchen allmählich eine Gesittung sich ergab.

Geben wir uns aber diesem Studium mit rücksichtsloser Wahrheitsliebe hin, so müssen wir uns gestehen, daß die Grundsätze der Moral, welche aus der fortschreitenden Gesittung des Menschengeschlechtes sich ergeben haben, nach Zeit, Ort und Rasse so gründlich von einander abweichen, daß es unmöglich ist, die Moral in ihrer Gesamtheit auf eine wissenschaftliche, d. h. einheitliche Basis zu stellen. Während die Ethik von der allgemeinen Entwickelung des Menschen handelt, beschäftigt sich die Moral nur mit seinen Tugenden und Pflichten: jene betrachtet ihn, wie er ist, diese will ihn nach einer bestimmten Richtung ausbilden, sei

es dann um ihn besser, sei es auch nur um ihn gefügiger, lenksamer zu machen. Wir können die Moral dieses oder jenes Volkes, einer älteren oder neueren Zeit schildern, aber einer eigentlich wissenschaftlichen Behandlung können wir nur das unterziehen, was streng genommen Moral im weitern Sinn heißen würde und dem wir die Bezeichnung Sittlichkeit vorbehalten. Man kann diese den Kern jener nennen, weil sie überbleibt, wenn wir die kunterbunte Schale ablösen, mit welcher die Moral im engern Sinne sie umgibt. Es wäre jedoch voreilig geurteilt, wollte man den Kern so auffassen, als wachse alles Übrige aus ihm hervor. Die Sittlichkeit, die unserer Überzeugung nach aus dem Glückseligkeitstrieb sich ergibt, macht sich notwendigerweise als eine Richtung geltend, welche auf die moralische Fortbildung der Menschheit einen maßgebenden Einfluß ausübt. Darauf beruht die Notwendigkeit des menschlichen Fortschritts, ohne aber auszuschließen, daß Satzungen der Moral zur Geltung kommen, die mit der Sittlichkeitsidee in Widerspruch stehen, insofern wir diese als der Menschennatur adäquat auffassen. Eine Moral hat es immer gegeben, seit der Mensch in der Not des »Kampfes ums Dasein« Verbindungen mit seinesgleichen eingegangen ist. Fehlte auch noch der Begriff von Rechten und Pflichten: die Vorstellung von Diensten und Gegendiensten war mit der Verbindung gegeben und mit ihr ein Zustand, der wegen der bewußten Absicht, die ihm zum Grunde lag, nicht mehr als ein physischer betrachtet werden kann. Die Sittlichkeitsidee dagegen ist im Menschen erst zum Durchbruch gekommen, nachdem er innerhalb der gesetzlichen Schranken des Staates zum gebildeten Menschen geworden war. Wenn wir daher im ethischen Sinn von einer Menschennatur reden, so haben wir dabei nur die Natur des gebildeten Menschen im Auge, des Menschen nämlich, nicht wie er aus der Hand der Natur gekommen ist, in der rohen Auffassung des »Kampfes ums Dasein« den Tieren mehr oder weniger gleich, sondern wie er auf dem Kampffeld der Arbeit, den Selbsterhaltungstrieb zum Glückseligkeitstrieb, den Egoismus zum Altruismus, den »Kampf ums Dasein« zu einem Kampf ums Glück und zwar ums wahre Glück läuternd, in moralischer und physischer Beziehung zum zivilisierten Menschen geworden ist.

Auch die damit ausgesteckten Grenzen sind übrigens weit gezogen: wir denken da an den Menschen der Zivilisation überhaupt, vom modernen Menschen zurück bis zum Menschen des klassischen Altertums und über diesen hinaus in die vorgeschichtliche Zeit, die uns in Griechenland und einem Teil des Orients edle Gestalten vorführt, welche im Gegensatz zu den Wilden und eigentlichen Barbaren als gebildete Menschen auftreten. Beim zivilisierten Menschen vererben sich nicht nur gewisse, dem unzivilisierten fremde Triebe; sie werden ihm vielmehr, solang seine Umgebung, solang die Grundbedingungen seiner Bildung — wie der physische Mensch entwickelt sich auch der moralische Mensch in Gemäßheit der äußern Verhältnisse — dieselben bleiben, so sehr zur zweiten Natur, daß wir berechtigt sind, diese ins Auge zu fassen, wenn wir heute, auf den ethischen Standpunkt uns stellend, von der Natur des Menschen reden. Selbstverständlich gibt es gewisse Grundzüge

der Menschennatur, die unter allen Umständen sich gleich bleiben, daher zum menschlichen Charakter und zwar als dessen Basis gehören, so daß ihre Verkennung und Vergewaltigung zu einer Zerstörung des Menschen führen würde. Nur dies alles zusammenfassend gelangen wir zu einem Begriff des Menschen, der das Widernatürliche als unsittlich darthut. Damit hoffen wir unsere Unterscheidung zwischen Moral und Sittlichkeit zum Zweck des leichtern Verständnisses dieser Abhandlung genügend klar gelegt zu haben. Für jene aber, welche noch immer meinen, nicht zugeben zu müssen, daß auch die Moral hochzivilisierter Völker mit dem Begriff der Sittlichkeit in Widerspruch stehen könne, wollen wir ein schon benütztes Beispiel abermals anführen, das in eklatantester Weise unsere Anschauung illustriert. Der Cölibat, nicht als freiwillig und mit der Möglichkeit ihn aufzugeben auferlegt, sondern als unwiderruflich aufgezwungenes Gelübde ist unsittlich, weil er in Widerspruch steht mit der Menschennatur überhaupt; allein als unmoralisch dürfen wir ihn nicht bezeichnen, weil er einen wesentlichen Bestandteil der Moral hochzivilisierter Staaten bildet.

Dieses merkwürdige Beispiel zeigt uns außerdem wie kaum ein zweites, daß eine allgemeine Verständigung auf dem Felde der Moral undenkbar ist und daß zum Verständnis der Moral nur ein Weg führt, der Weg einer unbefangenen Würdigung der Weltgeschichte. Die jeweilige Moral ist das Kind der Verhältnisse, unter welchen ein bestimmtes Volk zu dem geworden, was es ist. An den noch lebenden Wilden läßt sich beobachten, daß, wenn ein Volk durch seine Lage vornehmlich zu kriegerischen Thaten oder zu Werken des Friedens berufen ist, sein Tugendideal entweder durch Härte und Strenge oder durch Milde und Liebenswürdigkeit sich auszeichnet. Der eine dieser beiden Charakterzüge hat sich immer der Moral aufgedrückt, mag ihre Zusammenfassung und Verbreitung von einem Häuptling oder von einem Religionsstifter ausgegangen sein. Aber selbst wo ein Religionsstifter oder priesterlicher Einfluß nicht nachzuweisen ist, trägt, kaum nennenswerte Ausnahmen abgerechnet, jede ins Volksbewußtsein übergegangene Moral eine religiöse Färbung an sich. Unter dieser verstehen wir irgend einen Glauben mit der Hinweisung auf eine jenseits des Einzellebens zu gewärtigende Strafe oder Belohnung und wir sagen ausdrücklich »ins Volksbewußtsein übergegangene Moral«, um von vornherein alle Theoreme auszuschließen, welche das Eigentum einzelner Gelehrter oder engbegrenzter Schulen geblieben sind. Selbstverständlich können wir hier, wo es uns um einen Überblick zu thun ist, nur die hervorragendsten Erscheinungen ins Auge fassen.

Über die vorgeschichtliche Zeit, insoweit sie aus dem Leben der heute noch vorkommenden wilden Stämme erkennbar ist, haben wir uns in der Abhandlung »Die Quelle der Ideen vom anthropologischen Standpunkt«[1] ziemlich ausführlich ausgesprochen. Und die Moral der vorgeschichtlichen Griechen, die uns aus den alten Dichtern bekannt ist, läßt sich mit einem Satz abthun: sie ist die ins Reinheroische zurücküber-

[1] Kosmos Band XIII, S. 161.

setzte Moral des klassischen Griechentums. Darum finden wir in ihr einen klaren Anklang an das, wodurch die Glanzperiode von Hellas einzig dasteht. Insoweit wir von der Weltanschauung der alten Völker, z. B. des Zendvolks, der Assyrier, Babylonier, Meder, Parsen, Syrier, Ägypter Kenntnis haben — die Inder bieten, wie die Chinesen, heute noch ein Bild ihrer Vergangenheit — charakterisiert sie alle der Riß, den das erwachende Selbstbewußtsein ins Menschenherz gethan und durch den die Vorstellung einer Doppelnatur, eines Diesseits und Jenseits entstehen mußte. Es ist der Beginn der Bildung, die ihre Vollendung nur in der Versöhnung dieses Widerstreits finden kann; und diese Versöhnung hat im alten Hellas einen Höhepunkt erreicht, zu dem sie seither — wir haben ein ganzes Volk und nicht Einzelne im Auge — nicht mehr gelangt ist. Die Hellenen hatten Götter; aber diese waren nur idealisierte Menschen, idealisiert mit allen ihren Lastern und Vorzügen. Das Fatum, das die Menschen beherrschte, beherrschte nicht weniger die Götter als eine Art religiöser Auffassung des Determinismus, der aus der Kausalität sich ergibt. Für sie gab es Fehler, Verbrechen, aber keine Sünde. Kein Zwiespalt zerriß die Menschenbrust und das freie Auge trank selig den wolkenlosen Himmel, zu dem es lachend emporschaute.

Bei den übrigen Völkern des Altertums sehen wir finstere Gewitterwolken den Himmel umlagern, schwanger mit all den Stürmen, die seither das menschliche Gemüt durchtobt haben. Zahllos sind die Formen, in welchen wir hier das Jenseits auftreten sehen, als ein solches oft kaum erkennbar. Der Buddhismus, für welchen doch aller Dualismus aufgehoben, das Nichts — allerdings als Substanz — das Höchste und die Auflösung in nichts das allein Wertvolle ist, versetzt die Erlösung gleichfalls in ein Nachher: niemals in diesem Leben, erst im Tode ist sie erreichbar. Dieser Tod aber muß ein vollendeter sein, die volle Vernichtung der Subjektivität, was bei der Seelenwanderung und Wiedergeburt oft erst nach Jahrtausenden möglich ist. Während dieser kaum absehbaren Wanderung und Verwandelung treten, als unabwendbare Folgen unserer Handlungsweise, Lohn und Strafe zwar nicht in einer andern Welt ein, aber doch in einem andern Leben. Die alten Ägypter, bei welchen vielleicht der Begriff der Vernichtung nach dem Tode am vollständigsten ausgeprägt war — kleine wilde Stämme, bei welchen sich heute noch ein gänzlicher Mangel der Jenseitsvorstellung nachweisen läßt, sind nicht maßgebend, weil bei ihnen alle geistige Entwickelung noch auf der tiefsten Stufe steht — die alten Ägypter lebten tot in ihren Gräbern fort, in welchen sie je nach ihrem Vorleben geehrt oder, und zwar auf Grund eines eigenen Totengerichts, als dieser Verewigung unwürdig erklärt wurden. Wir können daher mit Sicherheit annehmen, daß im Altertum etwas über dieses Leben Hinausgehendes auf die Gestaltung der Moralsysteme von wesentlichem Einfluß, daher, wenn auch nicht immer eine Religion im engern Sinne, so doch irgend ein Glaube der letzte Beweggrund war: das Eine Leben reichte zur Vollendung des Individuums nicht aus.

Nicht die Details der jeweiligen Sitten- oder Tugendlehren sind

entscheidend. Sie sind zu sehr von einander abweichend, obwohl in den Grundzügen oft ganz dieselben. Hier ist der Mord erlaubt, dort ist er verpönt; aber hier wie dort wird zwischen gut und böse unterschieden. Zudem geht ein Zug der Barbarei, richtiger gesprochen der Unmenschlichkeit durchs ganze Altertum, welcher im Gewande der Tapferkeit selbst bei den Griechen als höchste der Tugenden verehrt wurde. Erinnern wir aber an die lange nachwirkenden Gesetzgebungen Lykurg's, Drakon's und Solon's, die trotz der absonderlichsten Bestimmungen Zeugnis geben von einem hohen Sinn für Gerechtigkeit und Vaterlandsliebe, so überraschen uns die herrlichen Anläufe, welche die Moral, reifend an den ersten Strahlen echter Sittlichkeit, schon damals zu nehmen gewußt hat. Vollendete Männergestalten treten uns da entgegen, selbst vollendete Frauengestalten tauchen hin und wieder auf, und wo diese nur halbwegs zur Geltung kommen und ihr hoher Wert Anerkennung findet, gleich sehen wir die Morgenröte der Sittlichkeit sich aufhellen zu einem vielversprechenden Tagen. Bei den übrigen Völkern des Altertums — die eigentliche Geschichte beginnt erst mit Persien — leuchten nur übermächtige Herrscher oder Feldherrn empor und etwaige große Frauen sind von einer erschreckenden Größe, welche sie dem Volke nicht zum Beispiel werden ließ. Daß das riesige Persien dem kleinen Griechenland erliegen mußte, ist der erste ebenso großartige als unvergängliche Beweis von der überwältigenden Macht höherer Gesittung. Als Griechenland vor der Gewalt Makedoniens sich beugen mußte, da war eben sein sittlicher Verfall schon im vollen Zuge und damit die Einheitlichkeit seiner Macht gebrochen.

Hingegangen ist Griechenlands Macht; allein die Ideen, welche dort einem glücklichen Zusammentreffen günstiger Umstände ihren Ursprung verdankten, konnten nicht untergehen. Sie trugen die Bildung nach Osten wie nach Westen, und suchen wir nach einem Volke, das sittlich war aus sich selbst, bei dem aller innere Zwiespalt ausgeglichen und der ganze Mensch in den Sittlichkeitsbegriff aufgenommen war, so müssen wir nach Hellas zurückblicken. Allerdings können wir ein höheres Ideal denken, das durch keine Sklaverei entstellt würde und klar sich dessen bewußt wäre, was dort nur unbewußt sich vollzog. Das Christentum hat die Bahn zu einem solchen Ideal gebrochen. Bevor wir aber darauf eingehen, haben wir noch einen Blick zu thun in die Lehren Zoroaster's (Zenduscht), des Judentums und in das alte Rom.

Zoroaster's Lehre, welche als das gelungenste Werk unter zahllosen mißlungenen, die heute noch bei wilden Stämmen sich vorfinden, betrachtet werden kann, vergegenwärtigt uns am besten den Glauben, der in der ältesten Zeit von aller Moral unzertrennlich war. Alle andern Religionen der Vorzeit sind in ihr enthalten. Sie war um die Zeit Alexander's durch fast alle Länder seiner Krone verbreitet und fußte auf alten Überlieferungen, in denen sich der Grundgedanke alles entstehenden Bewußtseins spiegelt: die Unterscheidung zwischen Jenseits und Diesseits, Licht und Finsternis, Gut und Böse. Ormuzd der Sonnengott ist das Licht, das gute Prinzip; Ahriman das böse Prinzip

ist die Finsternis. Der Gottesbegriff ist damit ausgesprochen und der damit gegebene Dualismus kein starrer, insofern die zwei Gegensätze fort und fort sich bekämpfen und endlich aufheben, d. h. Ormuzd als der eigentliche Gott sich behauptet. Gegenüber dem Fetischglauben, der in der Leidenschaftlichkeit seines Gottesbedürfnisses den Gott in einen bestimmten Gegenstand verlegt oder vielmehr diesen zu jenem macht, und dem Polytheismus, der den ersten besten lebhaftern Wunsch zum Himmel erhebt, damit — wie FEUERBACH sagen würde — der Gottgewordene die Erfüllung ihm entgegenlächle: hat jene Anschauung alles Kindische abgestreift und brauchte sozusagen nur den in ihr sich vollziehenden Prozeß völlig durchzumachen, damit der endgültig geschlagene Gegengott zum bloßen Teufel herabsinke und der Monotheismus zur unbestrittenen Herrschaft gelange.

Seit wir durch KAUTSKY's hochverdienstliche Mitteilungen wissen, daß die Quelle, aus der die Genesis geschöpft hat, in chaldäischen Sagen zu suchen ist (Kosmos Band XIII, S. 201), begreifen wir die Verwandtschaft zwischen dem Kampf Ormuzd's mit Ahriman und der mosaischen Schöpfungsgeschichte, welcher ein Kampf Gottes mit einer gegen ihn sich empörenden Geisterschar vorhergegangen ist. Im jüdischen Monotheismus hat jener Prozeß sich vollendet, mit ihm aber die Stellung des Menschen zu Gott wesentlich sich verschlimmert. Sein Gott war ein Gott der Rache und diese drückte ihren Stempel der jüdischen Moral auf. Der Fetischglaube bot jedem eine Art Talisman, welcher Schutz gewährte oder wenigstens hoffen ließ; der Polytheismus ließ den Menschen zu einem freundlichen Götterkreis emporblicken, der für seine Freuden und Leiden Verständnis hatte: in beiden Fällen war das entsetzliche Gefühl der unendlichen Vereinsamung gemildert, welches das unverstandene Bewußtsein, durch das der Mensch bald dunkler, bald klarer als von etwas Fremdem abstammend sich erschien, notwendig mit sich brachte. Dieses Gefühl der Vereinsamung ist die Quelle des Religionsbedürfnisses, d. h. der Sehnsucht nach einem überirdischen Halt, die nur durch die Erkenntnis der widerspruchlosen Zusammengehörigkeit des Menschen mit der gesamten übrigen Natur gestillt werden kann. Dieses Gefühl ist so gebieterisch, daß der Mensch sogar den härtesten Monotheismus sich gefallen ließ, in welchem die Gottesvorstellung zu einer bloßen Abstraktion sich verflüchtigte, die ohne ein eigenes Priestertum gar nicht festzuhalten gewesen wäre. Wir sagen »sich gefallen ließ«, weil von da an nur mehr die Furcht, welche die Gottheit der Menschheit einflößte, maßgebend wurde. Der Glaube blieb, obwohl an die Stelle der Hoffnung und der Liebe der Schrecken getreten war. Eher diesen als nichts, sagte der Mensch und das Priestertum fand dabei doppelt seine Rechnung: es brauchte nicht der Gefahr sich auszusetzen, durch verheißene und nicht gebotene Hilfe sich zu blamieren, und im Verzagen der Menschheit erschloß sich ihm die reichste Einkommensquelle.

Wie es unter solchen Umständen mit der Moral aussehen mußte, ist auf den ersten Blick einleuchtend. Das, was der jeweiligen Gesellschaft, richtiger gesprochen denjenigen förderlich war, welche das Schick-

sal der Gesellschaft in der Hand hatten, galt als gut, alles Übrige als böse oder bedeutungslos. Daß dabei der Begriff des Guten im großen und ganzen oder wenigstens indirekt den Grundbedürfnissen des Menschen entsprechen mußte, ist selbstverständlich; sonst hätte von einer Dauer der Satzungen keine Rede sein können. Allein welcher war der Begriff des Menschen? Oder fragen wir lieber: Welchen Wert hatte der Mensch? In hoher Stellung einen hohen, in sehr niederer auch gar keinen. Damit ist alles gesagt. Es war nicht die Tugend eine wertvolle Eigenschaft, sonder die wertvollen Eigenschaften waren Tugenden. Die Wissenschaft oder was dafür galt, stand im Dienste der Religion, und allein wo Kunst und Industrie vorherrschten, erhielten die Sitten einen milderen Anstrich. Man braucht nur zu wissen, welche Wandelungen der Begriff Menschlichkeit bis in die neueste Zeit hinein durchgemacht hat, um vollständig mit sich darüber ins reine zu kommen, daß die Moral niemals von allgemeinen Prinzipien abgeleitet oder darauf gegründet, sondern immer nur zusammengestellt worden ist aus den Sitten, die jeweilig durch die besondern Verhältnisse und Lebensbedingungen der Völker sich herangebildet hatten.

Das Judentum bietet das erste Beispiel einer vollständigen Sittenlehre. Aber von einem Gott der Rache, dem alle Liebe fremd war, unter Blitz und Donner kundgethan, stieß sie fort und fort im Volk auf harten Widerstand. Der Gott war der echt orientalische Gott, wußte nur Furcht und Schrecken zu verbreiten, und kaum waren die verraucht, brach der Ungehorsam wieder los, bis eine neue Einschüchterung erfolgte. Was das moralische Gleichgewicht erhielt, war der harte Druck von oben: von einem Streben nach innerem Gleichgewicht zwischen Denken und Wollen war nie die Rede und konnte auch nie die Rede sein. Zwar war, sozusagen, Gott allein die andere Welt und besonders dem älteren Judentum der Unsterblichkeitsgedanke völlig fremd; aber an einer im Blut liegenden Fortdauer wurde festgehalten, und die Strafen des göttlichen Zornes waren den Nachkommen angedroht bis ins zehnte Glied. Es ist wie wenn das im Menschen liegende, »über das Leben hinaus« drängende Streben sich selbst ironisiert hätte. Das Bild, das da vor unseren Augen sich entrollt, ist nicht ohne Poesie. Aber wie die hebräische Melodie eine tiefschmerzliche ist, so ist auch dieses Bild mit all seinen Stürmen und Kämpfen ein gedrücktes. Trotz der Aufgangsglut, in der es in den Tagen seines Glanzes die höchste Pracht entfaltete, lag eine Art Dust über seiner Sonne, als wäre sie halb verfinstert. Wie lang diese Zeit auch gewährt haben mag, das Stadium eines Übergangs hat sie nie überschritten.

Das Christentum ist aus dem jüdischen Monotheismus emporgewachsen, die verjüngende Kraft in sich aufnehmend aus dem Griechentum, das ihm die Ideen der moralischen Freiheit und Unsterblichkeit überliefert, und aus dem Buddhismus, der ihm die hingebende Innigkeit und selbstlose Barmherzigkeit entgegen gebracht hatte. Letzteres hat niemand so überzeugend nachgewiesen, als der geniale Mainländer in seiner ganz mit dem Herzen geschriebenen »Philosophie der Erlösung«. Aus Hellas und dem Indus schöpfend, hat die Religion der Rache zu

einer Religion der Liebe sich erhoben. Wir haben es da mit einer Erscheinung zu thun, die in der ganzen Vergangenheit ohne Beispiel war. Nicht, als ob damit ein Seelenadel inauguriert worden wäre, mit welchem keine Erscheinung in Hellas oder am Indus den Vergleich ertragen hätte: in Hellas war es nur die Sklaverei, die den sittlichen Menschen hinderte, den Menschen überhaupt über die Tierheit zu erheben, und am Indus versank die Religion der Liebe in eine Religion des Todes; während das Christentum in allgemein verständlicher Form allen Menschen ohne Unterschied und zwar als eine Religion des Lebens seine Liebe verkündete. Der Gegensatz zur Religion der Rache vollendete sich im Gebot, selbst die Feinde zu lieben. Die Moral, die da gelehrt wurde, ließ an Reinheit nichts zu wünschen, und der Bezug auf die andere Welt und den ewigen Vater war, solang man sich nur an die Worte des Nazareners hält, ein so verschwindender, daß es nicht schwer fällt, die andere Welt ganz in die Menschenbrust zu verlegen und den ewigen Vater als die bloße Personifizierung der allgemeinen Menschenliebe zu erweisen. Gefordert wurde aber damit die höchste Selbstaufopferung, und sollte diesem in seiner unbeschränkten Allgemeinheit widernatürlichen Imperativ der praktische Nachdruck einer wirklichen, positiven Religion gegeben werden, so blieb nichts übrig, als den Glauben an die Jenseitigkeit, welche aus den Worten des Stifters sich herauslesen ließ, zur Hauptsache zu machen. Wie es Ruhe gab nur beim Lichtgott und beim Gott der Finsternis Verzweiflung; wie der Brahmanismus mit der Seelenwanderung, der Buddhismus mit der Wiedergeburt drohte; wie der Judaismus Kinder und Kindeskinder in seinen Fluch miteinbegriff: so wurde der ewigen Kontemplation des Himmels die ewige Qual der Hölle gegenübergestellt. Bevor wir aber dazu übergehen und zeigen, von welchen Folgen für die Moral diese Perspektive gewesen ist, haben wir der Römer zu gedenken, in deren Mitte die endgültige Verbreitung der neuen Lehre stattgefunden hat.

Die Römer gehörten zu den kriegerischen Völkern und ihre hervorragenden Tugenden waren Tapferkeit, Strenge, Stolz, Ehrfurcht gegenüber den Vorfahren und Vaterlandsliebe. Die lange Dauer ihres Reiches und die hohe Macht, zu der es gelangte, gestatteten diesen Eigenschaften, sich völlig zu entwickeln und immer tiefer sich einzuleben. Besonders war es die Vaterlandsliebe, welche durch die großen Vorteile, die der Staat sehr weiten Kreisen der Bevölkerung gewährte, sehr weite Kreise der Bevölkerung durchdrang und dadurch der Gesittung und allem, was allmählich Brauch und Gesetz geworden war, eine Festigkeit verlieh, welche nicht einmal anzuzweifeln einem beigefallen wäre. Der Punier war falscher und grausamer; aber Menschlichkeit in einem höheren Sinn war auch dem Römer vollkommen fremd, und in der römischen Politik, die sich durch Schlauheit, Berechnung und Härte auszeichnete, spiegelte sich der ganze Charakter des Volkes. Gegen die besiegten Feinde konnten die Römer grausam vorgehen wie die rohesten Wilden; war aber einmal ein Volk unterworfen, dann verloren sie keine Zeit, ihm alle Segnungen des römischen Staates zukommen zu lassen und es in den Kreis der römischen Interessen zu ziehen. In der

Klarheit ihrer Auffassung des Staatsgedankens liegt etwas Großartiges, das eizig dasteht in der Weltgeschichte: aber es ist eben unmöglich, aus reinen Verstandesgründen wahrhaft sittliche Prinzipien zu entwickeln. Es war eine Moral des bloßen Vorteils, ein Utilitarismus, wie sich ihn dessen Gegner denken, und es spricht dies in nicht mißzuverstehender Weise für die Richtigkeit und Notwendigkeit einer Unterscheidung zwischen Moral und Sittlichkeit. Man ersieht daraus, daß die Sittlichkeit nur aufrecht zu halten ist, wenn man sie von der Moral trennt. So ist der kriegerische Staat an sich schon ein unsittlicher Staat; denn sein Wahlspruch lautet: morde, so lang es dir nützlich ist, und halte damit erst inne, wenn es überflüssig wird. Nur ein Verteidigungskrieg kann sittlich sein. Daß es aber immer eine Moral geben wird, welche jeden Angriffskrieg als einen Verteidigungskrieg, ja sogar als zum wahren Vorteil der Menschheit geführt darstellen wird — das ist eben die Moral der Moral. Damit wollen wir nicht gegen die Moral gesprochen haben, die wir vollkommen zu würdigen wissen: die Moral selbst wird gerettet, wenn ihre Grundlage, wenn ihr Korrektiv, die Sittlichkeit, gerettet wird.

Erst durch die Verschmelzung der lateinischen Zivilisation mit der grieschischen erhob sich der Römer zu sittlichen Begriffen. Der Grieche war von Haus aus kein Eroberer; die Gladiatoren und Tiergefechte waren ihm fremd; sein Kunstsinn förderte Zartheit und Milde; bei ihm traten Züge echter Menschlichkeit nicht als überraschende Naturspiele auf. Perikles fand seinen höchsten Ruhm darin, daß kein Athener um seinetwillen Trauer getragen katte; Aristides flehte zu den Göttern, daß keinerlei Unglück jene, die ihn verbannt hatten, ihn zurückzurufen veranlassen möge; Phokion, ungerechter Weise zum Tode verurteilt, nahm seinem Sohn das Versprechen ab, ihn nie zu rächen, nach anderen, das ihm angethane Unrecht zu vergessen. Seit den ältesten Zeiten erhob sich in Athen ein dem Mitleid geweihter Altar, und Marc Aurel, dessen ganzes Sein von griechischer Bildung durchdrungen war, erbaute der Barmherzigkeit einen Tempel auf dem Kapitol. Wir beeilen uns, den Stoiker auf dem Throne der Cäsaren zu nennen, diesen klarsten Beweis für die Tiefe, zu welcher die griechische Bildung in Rom eingedrungen war, weil wir hier nicht länger dabei verweilen können. Daß die griechische Verfeinerung der Sitten den Untergang eines Reiches beschleunigen half, das auf den Grundlagen des römischen errichtet war, ist leicht begreiflich; allein die Grundsätze der Stoa waren es hauptsächlich, welchen die römische Gesetzgebung das verdankte, was als sittlicher Geist sie durchleuchtete, und Marc Aurel, der berühmte Christenverfolger, nähert uns dem Punkte, an welchen wir unsere Betrachtung der Lehre Christi zu knüpfen haben.

Die Lehre Epikur's, die nicht als Tugendlehre sich ausgab, aber im Sinn des Meisters aufgefaßt unwillkürlich zur Tugend führte und in Athen im Gegensatz zu allen übrigen — die Platon's nicht ausgenommen — von jeder Entartung bewahrt geblieben ist, hat nie vermocht, in Rom festen Fuß zu fassen. Der Römer verstand es eben nicht, Wasser zum Wein zu mischen, zu genießen ohne auszuarten: für ihn

gab es nur einen strengen Weg zur Tugend, und so wurde die Lehre der Stoa der Kern der römischen Moral. Die Stoa erlangte in Rom unter ihren späteren Anhängern die volle Entwickelung, während die Lehre Epikur's in Rom nur von der leichtfertigen Seite zur Geltung kam. Zu einer eigentlichen Liebe und Zärtlichkeit, zu einem Mitgefühl in unserem Sinn brachten es die Römer nie: die Herzensgüte kam über die Gastfreiheit, Freundschaft, Großmut und Gnade nicht hinaus. Der harte römische Typus war zu spröde, um weichern Empfindungen sich anbequemen zu können. Dazu kam, daß die Grundsätze der Stoa in der nahezu übermenschlichen Größe, die sie in Charakteren wie Seneca und Epiktet erreichten, übernormale Naturen voraussetzten und unmöglich das Gemeingut des Volkes werden konnten. Das im vollen Sinn des Wortes menschliche Fühlen schlossen diese Normen aus und bewegten sich nur in Gedanken wie die folgenden: »Thust du etwas, um den Menschen zu gefallen, so hast du auf die wahre Höhe verzichtet.« »Will einer, daß seine Tugend bekannt werde, so bemüht er sich nicht um der Tugend, sondern um des Ruhmes willen.« »Habe Thränen zur Tröstung eines unglücklichen Freundes; aber weder bei seinem Leid, noch beim schmerzlichsten Verlust, der dich treffen mag, laß von einer tiefern Gemütsbewegung dein Herz durchdrungen werden.« Auf solchem Boden konnte das Wohlwollen nicht gedeihen und die Seelenstärke wurde als Sport betrieben, sobald man die höchste Bewunderung einem Vater zollte, der auf die Nachricht von dem plötzlichen Tode seines Sohnes gleichmütig ausrufen konnte: »Ich habe nie behauptet, einen Unsterblichen erzeugt zu haben.«

Marc Aurel näherte sich noch am meisten der Lebensführung, die uns als das Ideal der christlichen Weltanschauung erscheint. Allein mit ihr sich zu verständigen, lag ihm so fern wie den übrigen. Er war nie in Zweifel über die Gefahr, welche dem römischen Staat aus dem neuen Glauben erwuchs, und viel zu sehr Römer, um nicht dieses eine über alles andere zu setzen. Dann empörte ihn wirklich bis ins Herz die Hartnäckigkeit, mit welcher die ersten Christen alle Martern für eine Lehre erduldeten, die ihnen eine ewige Belohnung ihrer Tugend verhieß. Und so nahm er wiederholt die Christenverfolgung in die Hand, die aber, wie Lecky [1] überzeugend darthut, niemals auf eine Vernichtung der neuen Kirche gerichtet war und hauptsächlich den Zweck hatte, den alten Staat vor gefährlichen Neuerungen zu schützen. Während also einerseits diese Verfolgungen nicht zum geringern Teil dazu beitrugen, den Enthusiasmus der Bekenner des Kreuzes bis zum Fanatismus zu steigern, anderseits die Moral der Stoa, die niemals sich herbeigelassen hätte, mit der Menge, von der sie wußte, daß sie immer die Menge bleibt, zu transigieren, mehr und mehr auf einzelne Ausnahmsmenschen sich zurückzog und beschränkte: griff die Entsittlichung des römischen Staates, der schon in seiner Eigenschaft als Weltreich alle Keime moralischer Zerstörung in sich schloß und deren Überwuchern begünstigte, in einer Weise um sich,

[1] Sittengeschichte Europas von Augustus bis auf Karl den Großen, deutsch von Jolowicz und Löwe. Zwei Bände. Leipzig und Heidelberg 1879.

welche eine gründliche Umgestaltung aller menschlichen Verhältnisse zur unausbleiblichen Notwendigkeit machte. Die Imperatorenzeit und der Ansturm der noch gänzlich unverdorbenen Germanen vollendeten, was in seinen Grundbedingungen bereits gegeben war: eine neue Zeit erhob ihr Haupt.

Die fossile Flora arktischer Länder.[1]

Von

Dr. **Robert Keller** (Winterthur).

Die hochnordischen von unermeßlichen Gletschern bedeckten Gefilde, an deren schmalem Küstensaum nur während eines kurzen Sommers die erwärmende Sonne des starren Eises Gewalt zu brechen vermag, um ein spärliches Pflanzenkleid zu raschem Leben zu erwecken, diese unwirtlichsten Gegenden des Erdballs, so oft der Schrecken ihrer kühnen Besucher, waren einst der Schauplatz eines regen pflanzlichen Lebens. Sie trugen Wälder, in denen die höherer Wäme bedürftigen Schuppenbäume grünten, baumartige Farne ihre zierlichen Wedel wiegten. Sie gingen unter und ein fichtenreicher Wald mit mannigfaltigen Laubhölzern untermischt, trat im Wechsel der Zeit an ihre Stelle. Auch sie sind längst unter den mächtigen Firnen begraben, und was heute der hochnordische Boden noch treibt, ist ein schwacher Abklatsch einstiger Fülle und Pracht.

Die gleichen Küstenstriche, die ein nur kümmerlich vegetierendes Pflanzenkleid sprossen lassen, ärmliche Gräser und Scheingräser, die nur wenige bunte Blumen zieren, bergen hin und wieder die Dokumente, die von jener früheren Zeit Zeugnis ablegen, da Grönland wirklich das grüne Land war, von einem üppigen Pflanzenkleid bedeckt, das der heutigen Flora subtropischer Gegenden entsprach. So relativ wenige Orte die Forscher erschlossen haben, die reichen Funde, die sie namentlich aus Grönland und Spitzbergen brachten, lassen uns doch schon einen guten Teil der Geschichte der Pflanzenwelt überblicken. Freilich treffen wir nicht die ersten Anfänge pflanzlichen Lebens, so wie sie uns aus anderweitigen paläontologischen Funden bekannt sind, die Fukoideen, die als *Bythotrephis antiquata* im Kalksandstein des Silur erhalten sind; auch nicht die zierlichen Farnwedel aus dem Devon. Die ältesten Bildungen des arktischen Gebietes müssen wir vielmehr der Steinkohlenformation, dem Unterkarbon, zuzählen.

[1] Nachfolgende Abhandlung ist im wesentlichen eine Zusammenfassung der Untersuchungen O. Heer's über die fossile Flora arktischer Länder, wie er sie in seiner Flora fossilis arctica (Bd. I—VII) niedergelegt hat.

Schon vor mehreren Dezennien war von den Bären-Inseln[1] ein fossilienführender Kalkstein bekannt geworden. Leopold von Buch glaubte aus den Muscheln, die er bestimmte (*Productus giganteus*, *Pr. punctatus*, *Pr. plicatilis*, *Spirifer Keilhavii*, *Sp. striatus*, *Calamopora polymorpha* und *Fenestella antiqua*), Weichtieren, welche zum Teil in weiter Verbreitung in der Steinkohlenformation auftreten, schließen zu dürfen, daß der betreffende Kalkstein der Bergkalkformation angehöre, zu der damals auch die Steinkohlenformation gezählt wurde. Andere Forscher wollten ihn aber der Miocänstufe zurechnen. Sie glaubten sich aus der petrographischen Ähnlichkeit dieses Gesteins mit solchen aus Spitzbergen, die nach ihren organischen Einschlüssen dem Miocän angehörten, zu diesem Schluß berechtigt. Erst als später Nordenskjöld und Malmgren eine größere Zahl von Fossilien aus den betreffenden Lagern brachten, waren sie endgültig der Steinkohlenformation zuzurechnen.

Nach Nordenskjöld zeigen die Sedimente, welche die ältesten Denkmäler der nordischen Pflanzenwelt einschließen, folgende Lagerung:

1. Roter Schiefer.
2. Grau-gelber Dolomit mit Kieselschieferbänken.
3. Sandstein mit eingelagerten Kohlen und Thonschiefer.
4. Cyathophyllen führender Kalk und Dolomit.
5. Spiriferenkalk mit Gyps.
6. Kieselschieferbänke.

So große Mengen pflanzlicher Überreste diese Schichten auch einschlossen, sie repräsentieren doch nur eine kleine Artenzahl. Sie lassen uns auf eine üppige, wenn auch einförmige, des Blütenschmuckes und mannigfachen Formenreichtums entbehrende Pflanzenwelt schließen, die den feuchten morastigen Boden deckte. Gewaltige Schachtelhalme, Kalamiten, vor allem *Calamites radiatus*, durchwucherten mit ihren starken, oft schenkeldicken Rhizomen auf weite Strecken hin den weichen Schlamm, ihn oft ganz mit ihrem Wurzelwerk erfüllend, und aus ihnen erhoben sich zu ansehnlicher Höhe die cylindrischen Stämme, die den Schachtelhalmen unserer Gräben und Sümpfe ähnlich mit Furchen und Rippen versehen waren. Schmale Blätter stehen kranzartig um die oft bedeutend dicke Achse. Den Hauptbestand des eigentlichen Urwaldes bildeten baumartige Farne und Bärlappgewächse, jene von diesen beschattet ihre den Filicinen unserer Wälder ähnlichen zierlichen Wedel in den dunstreichen, nebligen Lüften schaukelnd, diese, die heute zumeist zu kleinen unscheinbaren an der Erde kriechenden Kräutern erniedrigt sind, oft in bedeutende Höhen bis zu 100′ ihre regelmäßig gabelig verzweigte Krone erhebend, an deren Ästen und Zweigen nadelartige Blätter entsprangen.

Die Fossilien, die Nordenskjöld und Malmgren im Sommer 1868 auf den Bären-Inseln sammelten, umfaßten 18 Arten. Die Hauptmasse des Materials wurde von den weit verbreiteten *Calamites radiatus*,

[1] Oswald Heer, Fossile Flora der Bären-Inseln, in Flora fossilis arctica Band II.

Lepidodendron Veltheimianum einerseits, Knorrien, Stigmarien, Cyclostigmen und *Cardiopteris* anderseits gebildet.

Die 18 Arten verteilen sich auf drei Ordnungen, nämlich *Calamitae* mit 1, aber sehr häufigen Spezies, *Filices* mit 4 Arten (drei Gattungen angehörend), *Selagines* mit 11 Spezies (in 5 Genera). Von zwei Formen, *Cardiocarpum*, ist die systematische Stellung nicht genauer bekannt.

Weitaus die meisten dieser Pflanzen sind auch anderwärts gefunden worden, und zwar vornehmlich im Unterkarbon, in der sogen. Ursastufe. So haben gerade diejenigen unter ihnen, welche der damaligen Flora, aus der Häufigkeit ihres Vorkommens in Versteinerungen zu schließen, das besondere Gepräge verliehen, ungefähr 30^0 südlicher im Schwarzwald und in den Vogesen große Wälder gebildet. Wie im hohen Norden, so gediehen auch hier von Schuppenbäumen und Knorrien beschattet großblätterige Farne. Nicht nur die Gleichartigkeit der klimatischen Verhältnisse sowohl hinsichtlich der Temperatur als der Feuchtigkeit, sondern namentlich auch die außerordentliche Leichtigkeit der Sporen, die auch ein schwacher Luftzug über weite Flächen hinzutragen vermochte, wird diese weite Verbreitung nicht unwesentlich bedingt haben.

Es ist schon die Frage aufgeworfen worden, und sie liegt in der That nahe, ob der gleichartige Florencharakter zweier weit auseinander liegender Gebiete auch den Schluß auf gleiches geologisches Alter der betreffenden Ablagerung gestatte.

Wenn die Erde aus glühendflüssigem Zustand durch allmähliche Abkühlung zu einem bewohnbaren Planeten wurde, dann müssen offenbar die Polargegenden zuerst diejenigen physikalischen Bedingungen geboten haben, welche das Leben voraussetzt, dann müssen sie die Wiege des Lebens sein. Aller Wahrscheinlichkeit nach haben also jene Steinkohlenpflanzen, denen wir auch in hochnordischen Formationsgliedern begegnen, ihr Bildungszentrum in der arktischen Zone gehabt. So ließe sich fragen: Sind diese Schichten auch der Steinkohlenformation zuzuweisen oder nicht richtiger einer früheren Formation, etwa dem Devon, da ja diese Pflanzen eines langen Zeitraumes bedurften, um aus dem höchsten Norden in jene südlicheren Breiten zu gelangen, in denen wir sie heute als Fossilien finden? Denn eine Mehrheit von »Schöpfungszentren« für eine Art ist doch sehr unwahrscheinlich. Durch Vergleichung der lebenden Flora mehr oder weniger weit auseinander liegender Gebiete wird die aufgeworfene Frage zu beantworten sein.

Die Florenelemente der lebenden Flora der arktischen Zone sind keine endemischen, nur der arktischen Zone eigentümlichen. Wer z. B. ein Florenverzeichnis von Grönland durchgeht, wird viele aus den Alpen und einige aus der Ebene Mitteleuropas ihm bekannte Pflanzen treffen. Eine genauere Vergleichung[1] der grönländischen Flora mit der anderer Länder zeigt uns z. B., daß folgende Gebiete unter anderem an den 378 Gefäßpflanzen Grönlands partizipieren:

[1] Vergl. J. Lange, Studien über die Flora Grönlands in Engler's Bot. Jahrbüchern Bd. I, Heft 5.

1. Das arktische Amerika hat mit Grönland 286 Arten gemeinsam.
2. Labrador 135 Arten.
3. Das östliche und arktische Sibirien 203 Sp.
4. Kamtschatka 90 Sp.
5. Das arktische Rußland zwischen dem Ob und dem weißen Meer mit Einschluß von Nowaja Zemlia 238 Sp.
6. Der nördlichste Teil Skandinaviens von Lappland und Finnmarken bis zum und mit dem Dovrefjeld 297 Sp.
7. Spitzbergen und die Bären-Inseln 106 Sp.
8. Island 230 Sp.
9. Faröer 143 Sp.
10. Großbritannien 169 Sp.
11. Dänemark 127 Sp.
12. Die höheren Gebirge Südeuropas 178 Sp.

Wie wir im speziellen diese Übereinstimmung zu erklären haben, ob durch Wanderung der skandinavischen Flora oder durch Ausbreitung der Flora des Altai oder durch Wandern der alpinen Flora, ist zur Erörterung nebensächlich. Wir fragen uns: Konnte der Florenaustausch in einer geologischen Epoche statthaben?

Nicht unter allen Bedingungen war diese Wanderung möglich. Wir sehen nicht, daß heute die alpine Flora in die Ebene sich ausbreitet; es fehlten hier die für ihre Existenz nötigen Bedingungen. Die oben genannten gemeinsamen Florenelemente sind vor allem, abgesehen davon, daß der Ort ihres Vorkommens auf ein geringes Wärmebedürfnis schließen läßt, feuchtigkeitsliebende Pflanzen. Bedingung der Ausbreitung war also ein feuchtes und kühles Klima. Geologische Thatsachen weisen bekanntlich darauf hin, daß der gegenwärtigen Periode unmittelbar eine Zeit voranging, die für Europa, Asien und Amerika ähnliche Verhältnisse schuf, wie sie uns heute nur im höchsten Norden begegnen. Die Eiszeiten und Interglazialzeiten verdrängten nicht nur die Florenelemente, die wir heute als Bestand südlicher Florengebiete in ihren nahen Verwandten fortleben sehen, sie ermöglichten auch den Austausch, der heute die Alpen, den Altai, europäisch- und amerikanisch-arktische Gebiete mit vielen gleichen Pflanzen geschmückt erscheinen läßt. Zweifellos hat sich also dieser Florenaustausch in einer geologischen Epoche und nach unserem Dafürhalten sogar in einem relativ kleineren Zeitabschnitt derselben vollzogen.

Selbst wenn wir davon absehen, daß wenigstens für die Kryptogamenflora jener frühesten Epochen die Bedingungen der Verbreitung wegen der außerordentlichen Leichtigkeit der Sporen ungleich günstiger waren, daß die Gleichartigkeit der klimatischen Verhältnisse nicht in einem beschränkten Zeitabschnitt, sondern dauernd die Möglichkeit der Ausbreitung sicherte, sprechen die Beobachtungen über die heutige geographische Verbreitung der Pflanzen durchaus dafür, daß Gleichartigkeit des paläontologischen Florencharakters auch auf gleiches geologisches Alter schließen läßt.

Auch aus Spitzbergen und Grönland sind Steinkohlen-

pflanzen[1] bekannt geworden. So spärlich die Funde aus der Klaas Billen Bay auch sind, wir müssen ihnen doch einen hohen Wert zuerkennen, da sie uns die große Verbreitung der Steinkohlenpflanzen in der arktischen Zone beweisen. Jene selben Formen, von denen wir bereits sagten, daß sie zu den charakteristischen Karbonpflanzen gehören und den wesentlichsten Bestand der Steinkohlenmoore und Wälder bildeten — *Calamites radiatus* Br., *Lepidodendron Veltheimianum* Stbg. und *Stigmaria ficoides* Stbg. — kehren hier wieder, dazu kommt *Cyclostigma Nathorsti* H.

Ein anderes Aussehen hatte die Steinkohlenflora des Robertsthales in der Recherche Bay (Spitzbergen). Wohl wuchsen ähnliche Schachtelhalme in den Mooren, wohl beschatteten noch Schuppenbäume die großen Wedel der Filicinen. Doch das Auftreten der Angiospermen bedingte sicherlich einen wesentlich andern Charakter des Spitzberger Urwaldes. Es ist die eigentümliche Gruppe der Noeggerathieae, die, wenn sie auch kaum in die Einförmigkeit der Steinkohlenlandschaft Leben brachte, doch dem Urwald ein anderes Gepräge, ein neues fremdartiges Aussehen aufdrückte. Diese Pflanzen, die in ihrer Tracht an den Drachenbaum (*Dracaena*) und *Yucca* erinnern, jene palmartigen Lilienformen der kanarischen Inseln und des zentralen Amerikas werden durch ihre Blüten den Koniferen zugewiesen, so eigentümlich uns auch ihr Blätterschmuck, den lange Bänder bilden, anmuten mag, da wir nun gewohnt sind, mit dem Begriff der Koniferen aufs engste den des Nadelholzgewächses zu verknüpfen. Enger schließen sich die Walchien an die heutigen Tannen an. Ihr ganzer Habitus glich dem stolzen Pyramidenbau der Fichten und wie diese trugen sie zapfenförmige Früchte.

Aus 26 Arten besteht diese von Nordenskjöld in einem schwarzen Kohlenschiefer im Robertsthal entdeckte Florula. 7 Arten gehören zu den Filices, 6 zu den Selagines, 3 zu den Calamarieae, 7 zu den Noeggerathieae und 2 zu den Abietineae; 1 unsicher. So liegt also der Schwerpunkt dieser Pflanzenwelt nicht mehr so vorherrschend in der Gruppe der Bärlappgewächse.

In einzelnen Gattungen stimmt zwar diese Florula mit der der Bären-Inseln überein, so in *Sphenopteris*, *Lepidodendron*, *Lepidophyllum*, *Stigmaria*, doch in keiner einzigen Art. Überhaupt sind nur 3 Arten dieser Spitzbergerflora, *Sphenopteris distans*, *Adiantites concinnus* und *Cordaites palmaeformis*, im Unterkarbon gefunden worden. Es sind das jedoch Arten, die dem Unterkarbon durchaus nicht eigentümlich sind, sondern auch an sehr verschiedenen Orten, in Deutschland, England und der Schweiz, aus Mittelkarbonbildungen bekannt wurden. Der Charakter der Flora stimmt am ehesten mit dem des Mittelkarbon. Immerhin ist es auffallend, daß gerade einige der häufigsten Steinkohlenpflanzen, Kalamiten, Annularien, Asterophylliten und Sigillarien und unter den Farn Neuropteriden und Pecopteriden hier fehlen.

[1] O. Heer, Beiträge zur fossilen Flora Spitzbergens, gegründet auf die Sammlungen der schwedischen Expedition vom Jahre 1872—75; im IV. B. d. Fl. f. a. O. Heer, Beiträge zur Steinkohlenflora der arkt. Zone, im III. Bd. d. Fl. f. a.

Aus Grönland[1] beschreibt Heer eine einzige Steinkohlenpflanze, *Protopteris punctata* H., einen Baumfarn, den große Luftwurzeln trugen, dessen Stamm mit großen Warzen besetzt ist, den Narben, die uns, wenn auch keine Blätter gefunden wurden, doch auf bedeutend große Blätter schließen lassen!

Bei der außerordentlichen Verschiedenheit der physikalischen Charaktere dürfen wir natürlich nicht erwarten, in der lebenden Flora nächste Verwandte irgend welcher jener Steinkohlenpflanzen zu treffen. Denn mögen auch tropische Gegenden die analogen Temperaturverhältnisse aufweisen, mag auch die Luft reich an Wasserdampf sein, so wasserreich wie zur Steinkohlenzeit ist heute zweifellos nirgends die Atmosphäre.

Die Dyas und Triasformation sind uns aus arktischen Gegenden nicht bekannt. Die Physiognomie der damaligen Pflanzenwelt im höchsten Norden können wir daher nur per analogiam erschließen. Versteinerungen, die wir z. B. aus dem permischen Sandstein Rußlands kennen, berechtigen zu der Annahme, daß der Charakter der Pflanzenwelt während der Dyas keine wesentlichen Änderungen erfuhr, daß den ähnlichen physikalischen Bedingungen entsprechend die Flora den gleichen allgemeinen Charakter wie im Karbon zeigte. Baumartige Farne, Kalamiten, Lepidodendren, Noeggerathieen mit palmartigem Wuchse bildeten das Pflanzenkleid der damaligen Epoche. Allerdings geht allmählich die Mannigfaltigkeit der kryptogamischen Gewächse, wie sie uns aus dem Karbon bekannt ist, ihrem Ende entgegen. Mehr und mehr beginnen Phanerogamen die Physiognomie der Landschaft zu bestimmen.

Mit der Trias, deren Flora uns namentlich im Keuper gut erhalten ist, treten wir in eine neue Ära. Es zeigt sich das nicht etwa nur im Wechsel der Arten. Beweisen uns doch früher dargelegte Thatsachen, daß in der Zeit einer geologischen Formation die Veränderung der Pflanzenwelt der Art sein kann, daß zu verschiedenen Zeiten verschiedene Spezies gleicher Gattungen vorherrschen. Solche Veränderungen können aber unmöglich einen wesentlich andern Charakter der Landschaft nach sich ziehen. Die neue Ära kündet sich damit an, daß jene Pflanzen, von denen wir zu sagen berechtigt sind, sie bedingten und bestimmten das eigenartige Aussehen der Steinkohlenwälder, verschwanden. Umsonst suchen wir nach den einst reich entwickelten Schuppenbäumen; vergebens sehen wir uns nach den Asterophylliden, den Siegelbäumen um. Was sich im Perm andeutete, das allmähliche Zurücktreten der Gefäßkryptogamen und das Auftreten mannigfaltiger phanerogamischer Gewächse, prägt sich immer schärfer aus. Nicht daß jene Steinkohlenpflanzen und jene Pflanzentypen des Perm völlig verschwunden, die Kryptogamenpflanzen zur Seltenheit geworden wären. Im Gegenteil! Noch spielen sie die Hauptrolle, indem etwa $^2/_3$ der ganzen Flora den Kryptogamen zuzuzählen

[1] O. Heer, Steinkohlenpflanzen von Ujarasusuk auf Disco in Grönland (c. 70° n. B.). Band III der Flora fossilis arctica.

sind. Doch indem andere Familien in den Vordergrund treten, wird ihre Physiognomie eine durchaus andere. Die einst so reich gegliederte Klasse der Bärlappgewächse hat die Zeit ihrer vollsten Blüte und reichsten Entfaltung hinter sich. Sie sind in den Hintergrund getreten, um den Schachtelhalmen in großen und verbreiteten Formen den Platz zu räumen. So wird also vor allem die Baumflora durch andere Typen dargestellt.

Den Hauptbestand des Keuperwaldes bildeten die Flügelzamien[1] (*Pterophyllum longifolium* Br., *Pt. Jaegeri* Br., *Pt. brevipenne* Kurr., *Pt. pulchellum*), Verwandte der Sagobäume, die in ihrer Tracht den Palmen sich nähern. Der ursprünglich kugelige, später walzenförmige Stamm, den dichte Schuppen völlig umschließen, trägt eine Krone großer fiederiger Blätter. Vergesellschaftet mit diesen Sagobäumen kamen einige Nadelhölzer (*Voltzia*, *Widdringtonites* und *Baiera*) vor. Im Schatten dieser Bäume wuchsen Farne, zum Teil noch Arten der gleichen Gattungen, wie wir sie im Steinkohlenwald trafen (*Sphenopteris*, *Pecopteris*). Den Hauptschmuck der Farnwelt des Keupers bildete jedoch die *Merianopteris*, deren gewaltige 3fach gefiederte Wedel eine armsdicke Hauptspindel durchzieht. Die zahlreichen Fiederchen, welche von ihr abgehen, erreichen eine Größe von 5 cm. Die höchst organisierte Form des Keupers, die nun zweifellos dem Keupermoor zwar nicht die Eintönigkeit des Kalamitenmoores nahm, ihm aber ein durchaus anderes Aussehen verlieh, ist ein Schilfrohr (*Bambusium*).

Vom Pflanzenkleid des Jura reden nun wieder Funde aus der nordisch-arktischen Zone.

Die Pflanzenüberreste vom Kap Boheman in Spitzbergen[2] liegen zum Teil in einem früher dem Tertiär zugezählten hellbraunen feinkörnigen Sandstein, teils auch in einem schwarzen Kohlenschiefer. Da letzterer leicht in Brocken zerfällt, ist er natürlich zur Erhaltung der Pflanzen nicht günstig. Heer hat von diesem Fundort im ganzen 32 Arten unterschieden, die sich auf folgende Ordnungen verteilen:

Fungi	mit	1	Spezies.
Filices	,,	11	,,
Equisetaceen	,,	3	,,
Cykadeen	,,	7	,,
Koniferen	,,	7	,,

(Taxineen 4 Sp., Abietineen 3 Sp.)

Glumaceen mit 1 Spezies.

Systematische Stellung unbestimmt bei 2 Spezies.

Ein Drittel dieser Pflanzen ist auch anderwärts und zwar ausschließlich in der Juraformation gefunden worden und unter diesen vor allen *Podozamites lanceolatus* Lindb. und *Gingko digitata* Brgn., die auch in der Spitzberger Juraflora die Hauptrolle spielten.

Ungleich reicher sind die Funde aus Ost-Sibirien und dem

[1] Vergl. Carl Vogt, Geologie, I. Bd. O. Heer, Urwelt der Schweiz, 1. Heft.

[2] O. Heer, Die Jurapflanzen des Kap Boheman, im IV. Bd. der Flora fossilis arctica.

Amurland[1]. Auch mit dieser Flora wurden wir nicht erst durch Heer's Untersuchung aus dem Jahre 1876 bekannt. Schon vor mehreren Dezennien kannte man Versteinerungen, die von den gleichen Fundorten herrühren, welche das Material zu diesen »Beiträgen etc.« lieferten. Ließen auch die in dem Schieferthon an der Turga eingeschlossenen Tiere, die Middendorf und Austin nach Europa brachten, keinen sichern Schluß auf das geologische Alter der Ablagerungen zu, so wurde doch schon im Jahre 1859 aus pflanzlichen Überresten, die an den gleichen Lokalitäten gefunden worden waren, die Zugehörigkeit zur Juraformation erkannt. Denn *Podozamites lanceolatus* Eichw., *Anomozamites Schmidtii*, *Phoenicopsis speciosa*, *Gingko sibirica*, *Baiera pulchella*, Pflanzen, denen zum Teil fast der Wert von Leitfossilien für den Jura zukommt, sprechen ja deutlich genug für die Zeit der Ablagerung der sie einschließenden petrographischen Bildungen. Die Lagerungsverhältnisse sind nicht in ganzer Ausdehnung der Fundorte genau übereinstimmend. Immerhin mag es nicht unzweckmäßig sein, auf die geologischen Verhältnisse wenigstens eines Fundortes hinzuweisen. Nach Czekanowski sind an der Kaja (von oben nach unten) folgende Schichten zu unterscheiden[2]:

1. Eine Schicht Alluvialthon.
2. Spuren von Kohle.
3. Schieferige Sandsteine mit Spuren von Pflanzenresten; 3 Fuß mächtig.
4. Geschichteter Sandstein; 2 Fuß.
5. Schiefer mit verkohlten Resten von Farn; 2,5 Fuß.
6. Schieferiger Sandstein, oben mit Resten starker Schachtelhalme; 3 Fuß.
7. Glimmerig sandiger Thon, ganz durchzogen von Pflanzenresten; 2 Fuß.
8. Lockere Kohle.
9. Thonschiefer mit Beimengung von Glimmer und Sand: graubraun, deutlich aber unregelmäßig geschiefert mit verkohlten Stengeln. Ist voll von Farn; 1,5 Fuß.
10. Bis zum Niveau der Irkut bleiben noch 4 Faden.

Eine ganz andere Pflanzenwelt als in früheren Epochen tritt uns hier entgegen. Nicht erst ein genaueres Studium der Arten weist auf die bedeutenden Verschiedenheiten hin; schon der allgemeine Eindruck, den wir von der Juralandschaft erhalten, ist uns neu, ein fremdartiger. Der Schwerpunkt erscheint von der Kryptogamen- in die Phanerogamenflora verschoben. Sind es doch kaum 35 % der gesamten Flora, welche noch den Kryptogamen angehören. Aber auch darin liegt eine Eigenartigkeit der Jurawaldungen und -Moore, daß sie gewissermaßen paläophytische Florenelemente mit känophytischen Typen vereinen.

Die Fundstätten von Ost-Sibirien versetzen uns an die Ufer von Süßwasserseen, die sich auf einem zweifellos weit ausgedehnten Kontinente fanden, den erst im Norden, am Wilui, am Olenek, an der Anabara und am Jenisey, das Meer bespülte. Sand und Schlamm

[1] O. Heer, Beiträge zur Juraflora Ostsibiriens und des Amurlandes, in Bd. IV der Fl. f. a.; ferner Nachträge, in Bd. V u. VI.
[2] Vergl. Beiträge etc. S. 5.

führende Bäche, die im Hügelland, das ausgedehnte Wälder deckten, ihr Quellengebiet hatten, ergossen sich hier in den See. Blätter, Blüten und Früchte, welche der Wind in das Wasser trug oder welche von Bäumen, deren Kronen zum Teil über den Wasserspiegel hinausragten, ins Wasser fielen, deckte der zu Stein gewordene Schlamm zu. So sprechen die Funde in beredter Sprache vom Aussehen der die Seen umrahmenden Vegetation und vom sibirischen Urwald aus der Jurazeit überhaupt.

Keine Laubbäume beschatteten die Ufer des Sees. Ihre Stelle vertraten Koniferen, die nicht unsern einheimischen Arten analog nadelförmige Blätter trugen. Die zahlreichen *Gingko*-Arten zeigten der lebenden *G. biloba* Japans ähnlich verbreitete gelappte Blattspreiten. Und wenn sich die Analogie nicht bloß auf die Blätter erstreckte, dann waren diese eigentümlichen Koniferen hohe Bäume, deren ausgespreizte Äste an ihren Verzweigungen mit kurzen Zweigen besetzt waren, welche die mannigfaltig gelappten handförmigen Blätter in Büscheln vereint trugen. Daß sie dicht am Rande der Seen standen, beweisen wohl die zarten Blütenähren, die im Steine gefunden werden und denen selbst die Antheren nicht fehlen. Zwischen diesen »Laubkoniferen« erhoben sich die Czekanowskien, deren haarfeine Nadelbüschel dem Baume ein lärchenartiges Aussehen verliehen. Auch Pinien (*Pinus Maakiana* und *P. Nordenskjöldi*) waren mit ihnen untermischt. An feucht-sumpfigen Stellen längs der Ufer der Seen bildeten Farne den Rasen und Pandaneen das Unterholz; jene, mit ihren vielfach verzweigten Blattwedeln den Boden deckend, ersetzten die fehlende Moosdecke, diese, ihren die Flußufer umsäumenden Verwandten der Tropen ähnlich, bildeten das Gestrüpp, mächtige vielfach verzweigte Büsche, zwischen deren Blattkronen die Blütenkolben hingen. Auch die Fläche der Seen war nicht alles pflanzlichen Lebens bar. Die grünen zarten Fäden der *Confervites subtilis* überzogen hin und wieder das stille Gewässer.

Ein anderes Aussehen boten die Moore, da die *Gingko* und *Baiera* durch die *Phoenicopsis*-Arten, Mittelformen zwischen *Baiera* und *Cordaites*, vertreten waren. In ihrer Gesellschaft finden sich Cykadeen.

Fügen wir dieser allgemeinen Betrachtung das Verzeichnis der Pflanzenfunde an[1].

	Gesamtzahl	Kaja	Ust-Balei	Sibirien	Ober-Amur	Bureja	Amurland
1. Algen	1	—	1	1	—	—	—
2. Filices	24	10	6	13	13	6	15
3. Selagines	1	—	1	1	—	—	—
4. Equisetaceen . . .	3	—	1	1	1	1	2
5. Cykadeen	18	1	7	8	11	5	12
6. Koniferen	33	11	26	29	10	5	11
7. Pandanaceen . . .	3	—	3	3	—	—	—
Summa	83	22	45	56	5	17	40

[1] Vergl. pag. 6 der „Beiträge etc."

Spätere Funde, die Heer in seinen »Beiträgen zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlandes« Bd. V der Fl. foss. arc. und Nachträgen zur Juraflora Sibiriens Bd. VI beschrieb, bereichern nach verschiedenen Richtungen hin die nordisch-arktische Juraflora, ohne übrigens den oben dargestellten allgemeinen Charakter derselben zu ändern, wie uns nachfolgende Tabelle zeigt:

	Gesamtzahl	Berg Petruschina	Ust-Balei	Tapka	Naschim	Ajakit	Olenekmündung	Bulun
1. Filices	5	1	2	—	1	1	—	—
2. Rhizocarpeae .	1	—	—	—	—	1	—	—
3. Equisetaceae . .	1	—	—	—	—	—	1	—
4. Lycopodiaceae .	1	—	1	—	—	—	—	—
5. Cycadeae . . .	7	—	2	1	—	2	—	2
6. Coniferae . . .	9	—	8	—	—	1	—	—
7. Monocotyledones	1	—	1	—	—	—	—	—
Summa	25 [1]	1	14	1	1	5	1	2

Sehen wir uns diese Pflanzenüberreste etwas genauer an. Unter den Kryptogamen sind es wohl in erster Linie zwei Arten, welche unsere Aufmerksamkeit auf sich lenken: Die Repräsentantin der Algen, *Confervites subtilis* Hr., und die den Wurzelfarnen zugezählte *Rhizocarpites singularis* Hr. Was sie uns der Beachtung vor allen wert macht, ist der Umstand, daß sie die einzigen Vertreter zweier Pflanzengruppen darstellen, von denen wenigstens die eine heute durch große Artenzahl ausgezeichnet ist.

Im feinen Thon von Ust-Balei findet sich die Fadenalge. »Auf dem hellfarbigen Steine liegt ein Büschel braungefärbter äußerst zarter Fäden, die kaum $^{1}/_{10}$ mm Durchmesser haben.« Es hat für uns diese Beobachtung etwas Auffallendes, wir möchten fast sagen Befremdendes. Nicht etwa weil es eine Alge ist, die uns in diesem Fadenbüschel erhalten zu sein scheint, vielmehr daß nur eine Art, die dieser niedersten Pflanzenabteilung zugezählt werden kann, gefunden wurde. An den Bedingungen zur Erhaltung kann das kaum gelegen haben, also muß der Mangel weiterer Arten wenigstens an dieser Stelle des Sees die Ursache gewesen sein.

Den größten Formenreichtum unter den 37 Spezies der Kryptogamen zeigen die Filices, indem nicht weniger als 29 Arten dieser Ordnung angehören. Es liegt natürlich außerhalb des Zweckes einer Wiedergabe der Forschungsresultate, auf all diese mannigfaltigen und zum Teil überaus zierlichen Formen spezieller einzutreten. Einigen Gattungen möchten wir aber doch besondere Aufmerksamkeit schenken.

[1] Wir lassen dabei einige Formen, deren systematische Stellung ganz unsicher ist, außer acht.

Daß vom phytopaläontologischen Standpunkt aus der Jura gewissermaßen eine Übergangszeit repräsentiert, mag uns der Umstand andeuten, daß von den 7 Genera, durch welche die Farne vertreten sind, nicht weniger als 4, *Thyrsopteris*, *Cyathea*, *Asplenium* und *Dicksonia* auch noch zum Teil sehr artenreich der gegenwärtigen Flora angehören. *Thyrsopteris* dürfte wohl einer der ältesten Pflanzentypen sein, eine Form, die allerdings beweist, daß Organisationsformen unter Umständen außerordentlich langlebig sein können. Schon als Glied der Kulm-Flora des mährisch-schlesischen Dachschiefers[1], also aus dem Unterkarbon, wird *Thyrsopteris* erwähnt und auch der heutigen Flora gehört sie noch an, wenn schon sie, lebenssatt, auf ein kleines Inselland (Juan Fernandez) zurückgezogen, eine Form ist, deren Untergang nur eine Frage der Zeit sein kann. Daß sie zur Jurazeit eine wahrscheinlich formenreiche, jedenfalls verbreitete Gattung war, scheinen uns die 4 Arten, die wir aus dem Amurgebiet und Sibirien kennen, anzudeuten sowie der Umstand, daß zwei der Arten auch aus England, eine dritte aus China und Indien bekannt sind. Auch *Cyathea* und *Dicksonia* gehören wie *Thyrsopteris* zur Familie der Cyatheaceae und waren wie ihre heutigen Verwandten, die *Cyathea medullaris* Sw. von Neuseeland, *Dicksonia culcita* der kanarischen Inseln, ein Hauptschmuck der sibirischen Farnflora, Pflanzen, deren steife lederartige Wedel wahrscheinlich von großen Stämmen getragen wurden. Zu den artenreichsten Farn-Gattungen der Gegenwart und zugleich zu den weit verbreitetsten gehört *Asplenium*. Die verschiedenen im Jura des Amurlandes und Sibiriens vorkommenden (*A. whitbiense* Brgn., *A. argutulum* etc.) gehören einem Typus an (*Diplazium*), der gegenwärtig auf die warme und heiße Zone beschränkt ist. Die Gattung *Adiantites* schließt sich nahe an die lebende Gattung *Adiantum* an.

In ähnlichem Verhältnis wie diese genannten Gattungen zur heutigen Farnflora, so steht die in 4 Spezies repräsentierte Gattung *Sphenopteris* zur Steinkohlenflora. Die wahrscheinlich nur krautartige Farne einschließende Familie der Sphenopteriden und vor allem die ihr den Namen leihende Gattung sind namentlich in der Steinkohlenformation durch zahlreiche Arten vertreten.

Die einst den Pflanzencharakter der Gegend bestimmenden Bärlappgewächse erscheinen nicht nur in der Artenzahl bedeutend reduziert, indem sie bloß in zwei Arten des Genus *Lycopodites* bekannt sind, sondern sie sind auch schon zur Jurazeit zu kleinen auf der Erde kriechenden Pflänzchen, in ihrem Habitus den Moosen ähnlich, degradiert.

Früher schon sagten wir, daß mehr und mehr die Phanerogamen in den Vordergrund treten. Wohl ist von den formenreichen Dikotyledonen noch keine Spur nachgewiesen, wohl sind auch die Monokotyledonen auf zwei Gattungen, das den Pandaneen zugezählte *Kleidocarpum* und den zur Familie der Hydrocharideen gehörigen, *Vallisneria* ähnlichen *Vallisneriites* beschränkt; um so vielgestaltiger sind die Gymnospermen.

Die Cykadeen sind durch nicht weniger als 8 Genera vertreten.

[1] Vergl. Stur, Die Kulm-Flora des mährisch-schlesischen Dachschiefers.

Im Amurland waren sie vor allem häufig. Ein Teil wie *Anomozamites* und die verwandten (wenn nicht identischen) Gattungen *Pterophyllum* und *Nilssonia* gehören erloschenen Typen an. Die *Cycadites*-Arten glichen wohl den *Cycas* der Gegenwart. Wie hier das Ende der säulenförmigen Achse ein Büschel großer fiederiger Blätter krönt, so bei jenen *Cycadites*-Arten des Jura. Die *Podozamites* hinwieder haben in den heutigen Zamien die ihnen analogen Arten.

An Vielgestaltigkeit der Gattungen und Arten werden die Cykadeen von den Koniferen noch bedeutend übertroffen. Schließen sie sich z. B. in der Gattung *Pinus* (*P. Maakiana* Hr. und *P. Nordenskjöldi* Hr.) eng an heutige Typen an, so weichen sie doch gerade in der stark vertretenen Familie der Taxineen von heutigen Repräsentanten erheblich ab. In außerordentlicher Vielgestaltigkeit erscheint der Formencyklus, der heute nur noch in der *Gingko biloba* erhalten ist. Fast alle Blattformen, die wir den Blattnerven der *Gingko biloba* parallel ausschneiden könnten, ließ die Natur werden.

So ist bei der *Gingko Huttoni* die Blattspreite in zwei verkehrt eiförmige Lappen geteilt, die gegen den Grund verschmälert sind. In anderen Fällen zerfällt jeder Lappen durch einen tiefen Einschnitt selbst wieder in zwei, in noch anderen auch in drei Lappen. Das kleinere Blatt der *Gingko Schmidtiana* erscheint zunächst nur reicher gelappt. Die Spreite zerfällt in drei oder vier Hauptlappen, deren jeder wieder durch einen tiefen Einschnitt in zwei Lappen geteilt ist. Die Form des einzelnen Lappens ist lanzettlich. Dadurch, daß alle Einschnitte nahezu bis auf den Grund gehen, erscheinen die Lappen ziemlich gleichwertig. Anders bei *G. sibirica*, *flabellata* und dem ähnlichen zierlichen kleinen Blatt von *G. pusilla*. Die durch tiefe Einschnitte gebildeten Hauptlappen sind ihrerseits nur wieder bis ungefähr zur Hälfte geteilt. Wieder anderer Art ist das Aussehen der Blätter von *Gingko lepida* und *G. concinna*. Die Blattspreite der *G. concinna* zerfällt durch einen bis fast zum Blattstiel reichenden Einschnitt zunächst in zwei Lappen, jeder dieser ist durch einen etwas weniger tief gehenden Einschnitt wieder in zwei Lappen geteilt; eine ähnliche Teilung wiederholt sich noch zweimal. So entsteht eine vielfach gelappte Blattspreite, deren einzelne Lappen linear sind. Doch der Formenreichtum der Taxineen wird noch um ein bedeutendes vermehrt durch die Vielgestaltigkeit der den schmallappigen *Gingko* ähnlichen *Baiera*, der *Trichopitys*, deren fein dichotomisch verzweigte Blätter in ihrem Habitus einigermaßen an den Flechtenthallus einer *Cladonia* erinnern, vor allem auch durch die eigentümliche *Czekanowskia*. Ähnlich wie bei den Lärchen sind »die Blätter in grösserer Zahl büschelartig um das Ende von Kurzzweigen herumgestellt und von einem Kranze von Nebenblättern umgeben«. Doch sind die dünnen Blätter entgegen den Föhrennadeln verzweigt und zwar gehen diese haarfeinen Zweige unter sehr spitzem Winkel ab [1]. Außer der Gattung *Pinus* sind die Abietineen noch durch zwei Genera, *Samaropsis* und *Elatides*, vertreten. Letztere

[1] Vergl. namentlich O. H., Beiträge Bd. IV d. Fl. f. arct. Tafeln I, Fig. 9, II, Fig. 15, V, VI, VII, VIII, ferner Beiträge Bd. V d. Fl. f. a. Tafeln VII, VIII, Fig. 24—25, ferner Nachträge Bd. VI d. Fl. f. a. Tafeln II, III, V.

Gattung gründet sich auf Zapfenschuppen, »welche in der Stellung und Form der Zapfenschuppen mit den Tannen verglichen werden kann« (pag. 12). Anderer Ansicht ist SCHENK[1], indem er annimmt, »daß diese Reste (Zapfenschuppen von *Elatides Brandtiana* etc.) weibliche Blüten einer *Araucaria* sind«.

Ein für die Entwickelungsgeschichte der Pflanzen bedeutsames Moment ist das erste Auftreten der Gnetaceen durch die Gattung *Ephedrites*. Die Gnetaceen, deren Samenknospen nicht mehr vollkommen freiliegen und deren Staubblätter ebenfalls eine der Blütenhülle der Angiospermen ähnliche Umhüllung haben, »scheinen durch die Casuarinen (die heute in Neuholland durch schachtelhalmähnliche Bäume vertreten sind) die Brücke zu bilden, welche die Gymnospermen mit den Dikotyledonen verbindet«. Augenfällig ist die große Bedeutung, welche daher der oben angedeuteten Revision der Gattung *Elatides* zukommt, zumal da den von SCHENK angeführten Thatsachen hohe Beweiskraft innewohnt. —

Wir haben die geschilderte Flora Sibiriens und des Amurlandes als eine Juraflora bezeichnet. Vergleichungen lehren, daß sie speziell dem braunen Jura angehört.

Wir erachten es außer der Aufgabe dieser referierenden Arbeit, die Vergleichung auf eine besonders große Zahl von Floren auszudehnen. Einige wenige Gegenüberstellungen lassen uns das erreichen, worauf wir ausgehen, sie ermöglichen uns, ein Urteil über die Ausdehnung der damaligen sibirischen Flora und das gegenseitige Verhältnis der verschiedenen Floren zu gewinnen.

Dr. TH. GEYLER's Arbeit »über fossile Pflanzen aus der Juraformation Japans«[2] erlaubt uns einen Einblick in die Verbreitung sibirischer Jurapflanzen nach Südosten. Die von REIN gesammelten und von GEYLER beschriebenen Pflanzenabdrücke »stammen aus dem obern Thale des Tetorigawa der Provinz Kaja in der Landschaft Hokurokudo auf der Hauptinsel des japanischen Reiches. Der Tetorigawa entspringt auf dem 2750 m hohen Hakusan. — Die Quelle liegt etwa 2300 m hoch an einem Schneefeld, welches den Andesittrachyt bedeckt, aus dem auch die Gipfel bestehen. Von etwa 2000 m abwärts bis zu einer Höhe von 800 m liegt das Flußbett in einer rötlichen Sandsteinbreccie mit oft faustdicken Quarzeinschlüssen, dann folgt ein schieferiger Sandstein, endlich Granit. An mehreren Stellen werden diese Gesteine von trachytischen Laven und weiter unten einmal auch durch Porphyr überlagert.« Die jurassischen Pflanzen sind in einem dunkeln schieferigen Sandstein eingeschlossen, welcher zwischen dem Dorf Fukase und Ushikubi die erwähnte Breccie überlagert.

GEYLER beschreibt 15 Spezies und Varietäten. 7 dieser Arten und Formen hat der japanische Jura mit dem ostsibirischen gemeinsam, nämlich 2 *Filices* von 5, 4 Cykadeen von 9 und die *Gingko sibirica* H. Ja selbst der Juraflora des fernen Spitzbergen kommen noch

[1] Über die Gattung *Elatides* HEER, *Palissya* ENDL., *Strobilites* SCHPR. von Prof. Schenk, in Engler's Bot. Jahrbüchern. V. Bd. III. Heft.

[2] Dr. H. Th. Geyler, Über fossile Pflanzen aus der Juraformation Japans; in Palaeontographica Band XXIV, Lief. 5.

3 Arten bzw. Formen dieser japanischen Florula zu, die in Ostsibirien fehlende *Pecopteris Saportana* H. und der *Podozamites lanceolatus* var. *genuina* und var. *Eichwaldi*.

Oldham und Morris machten uns mit der indischen Juraflora aus Ablagerungen der Rajmahalhügel bekannt. Diese Florula umfaßt nach Feistmantel's Übersicht[1] 35 Arten, nämlich 1 Lykopodiacee, 1 Equisetacee, 14 Farne, 15 Cykadeen und 4 Koniferen. Farne und Cykadeen stimmen in einzelnen Arten überein oder sind doch in der indischen Flora durch sehr ähnliche Spezies repräsentiert. Immerhin zeigt die Flora einiger Cykadeen wegen (6 Arten der Gattung *Ptilophyllum* M.) lokale Eigentümlichkeiten.

Versetzen wir uns im Geiste aus unserem sibirischen Jurawald 100° westlich in die englische Juralandschaft. Weicht auch eine Reihe von Pflanzen des untern Oolith von Yorkshire von der gleichzeitigen Flora Sibiriens ab, so werden wir doch durch eine größere Zahl übereinstimmender oder nahe verwandter Arten überrascht. Es sind nach einer Zusammenstellung Dr. A. Nathorst's 16 Arten, nämlich 9 Farn, 3 Cykadeen und 4 Koniferen.

Nachfolgende Tabelle läßt uns den Zusammenhang der sibirischen Juraflora mit der anderer Länder überblicken. (Folg. Seite!)

Es stimmen somit 3 % der indischen, 46 % der japanischen, 31 % der Spitzberger und 20 % der englischen Oolithflora mit der ostsibirischen Juraflora überein. Noch genaueren Einblick in die relativen Verhältnisse ermöglicht uns nachstehende Tabelle.

Gemeinsam mit Ostsibirien hat	Indien	Japan	Spitzbergen	Engl. Oolith
Farne	7 %	40 %	—	21 %
Cykadeen . . .	—	28 ,,	57 %	14 ,,
Koniferen . . .	—	100 ,,	33 ,,	33 ,,

Solche Beobachtungen berechtigen uns wohl zu dem Schluß, daß trotz der klimatischen Ähnlichkeit hochnordischer Gegenden mit Gebieten aus südlicheren Breiten schon zur Zeit, da der braune Jura zur Ablagerung kam, ähnlich wie heute bestimmte, wenn auch nicht so ausgeprägte Florenreiche auf der Erde bestanden, Gebiete, die zwar in einem Teil ihrer Pflanzenelemente übereinstimmten, aber doch wieder ihren ganz spezifischen Charakter hatten. Wir sagen trotz der klimatischen Ähnlichkeit der verschiedenen geographischen Breiten und glauben uns zu diesem Satz berechtigt, weil, wie unsere vergleichende Übersicht über die Verbreitung der ostsibirischen Jurapflanzen zeigt, eine Reihe sibirischer Cykadeen auch aus der braunen Juraformation des hochnordischen Spitzbergen, des tropischen Indien und des gemäßigten England bekannt wurden. Wenn jene jurassischen Cykadeen ein analoges Wärmebedürfnis hatten wie die heute lebenden, dann mußte auch im

[1] Verhandlungen der geol. Reichsanstalt 1875.

Vergleichende Übersicht über die Verbreitung der ostsibirischen Jurapflanzen.

	Sibirien	Amurland	Spitzbergen	Persien	Indien	Engl. Oolith	Kamenka (Südrußland)	Japan	Anderweitig
Filices.									
1. *Thyrsopteris Murrayana* Brg.	†	.	.	.	.	†	.	.	.
2. „ *Maakiana* H.	†	.	.	.	.	†	.	.	.
3. „ *prisca* Eichw.	.	†	.	.	.	.	†	.	.
4. *Dicksonia clavipes* H.	†	.	.	.	.	†	.	.	.
5. „ *concinna* H.	†	†	.	.	.	†	.	.	.
6. *Adiantites amurensis* H.	.	†	.	.	.	.	.	†	.
7. *Asplenium whitbiense* Bg.	†	†	.	.	.	†	†	.	.
var. *tenue* Brgn.	†	†	.	†	†	†	.	.	.
8. „ *argutulum* H.	†	†	.	.	.	†	.	†	.
9. „ *Petruschinense* H.	†	.	.	.	.	†	.	.	.
Cycadaceae.									
10. *Cycadites gramineus* H.	.	†	†	.	.	.	.	.	.
11. *Anomozamites Lindleyanus* Schp.	†	.	.	.	.	†	.	.	.
12. *Podozamites lanceolatus* Lindl.	†	†	†	.	.	†	.	.	.
var. *intermedius*	†	†	.	.	.	.	.	†	.
„ *genuinus*	†	†	†	.	.	.	.	†	.
„ *Eichwaldi* Schpr.	†	†	†	†	.	.	.	†	†
„ *ovalis*	.	†	†	.	.	.	.	.	.
13. *Podozamites plicatus* Hr.	.	†	†	.	.	.	.	.	.
14. *P. ensiformis* H.	†	†	.	.	.	.	.	†	.
15. *P. angustifolius* Eich.	†	.	†	†	.	.	.	.	.
16. *Nilssonia orientalis* H.	†	.	.	.	.	†	.	.	.
Coniferae.									
17. *Phoenicopsis latior* H.	.	†	.	.	.	.	.	.	†
18. *Baiera longifolia* Brn.	†	†	†	.	.	.	.	.	†
19. „ *pulchella* Hr.	.	†	.	.	.	.	.	.	†
20. *Gingko Huttoni* Sternb.	†	.	†	.	.	†	.	.	.
21. „ *sibirica* Hr.	†	†	.	.	.	.	.	†	.
22. „ *digitata* (*integriuscula* H.)	†	.	.	.	.	†	.	.	.
23. *Czekanowskia setacea* Hr.	†	.	.	.	.	†	.	.	.
24. „ *rigida* H.	†	†	.	.	.	†	.	.	.
25. *Pinus Nordenskjöldi* Hr.	†	†	†	.	.	.	.	.	.

höchsten Norden eine mittlere Jahrestemperatur von 18°—25° bestanden haben. — Die Frage, ob wir berechtigt seien, trotz der mehr oder weniger großen Übereinstimmung der sibirischen Flora mit andern uns bekannt gewordenen gleichalterigen Jurafloren von besondern Florenreichen zu reden, können wir an Hand der lebenden Flora entscheiden. Grisebach redet z. B. von einem arktischen Florenreich und dem Waldgebiet des östlichen Kontinentes. Wählen wir zwei beschränktere Florengebiete dieser größeren Reiche zur Vergleichung, einerseits die durch Kjellman und Lundström beschriebene Phanerogamenflora von Nowaja Zemlia, Waigatsch und Chabarawa[1] als einen Teil des arktischen Florengebietes und anderseits die Flora der Schweiz als einen Teil des Waldgebietes. Die Differenz ihrer Breite ist ungefähr 35°.

Vor allem müssen wir natürlich einen außerordentlichen Unterschied in der Artenzahl beider Floren konstatieren, ein Umstand, der die Vergleichung einigermaßen beeinträchtigen kann. Denn während wir aus der Schweiz 2543 Phanerogamen kennen, besteht jene nordische Flora nur aus 185 Arten, also etwas zu 7% der erstern. Von diesen 185 Spezies finden wir in der Schweiz, teils in der Ebene, teils in den Alpen 75 Arten, d. h. etwas mehr als 40% jener arktischen Florula kehren auch hier in dieser südlichen Zone des Waldgebietes wieder. — Die Übereinstimmung bestimmter Florenelemente verschiedener Florenreiche ist zu allen Zeiten das Produkt der Wanderung der Pflanzen gewesen, durch welche jener organische Zusammenhang der gesamten Vegetation hergestellt wird, welcher dem Paläontologen so wichtige Schlüsse über die zeitliche Übereinstimmung verschiedener geographisch weit auseinander liegender Ablagerungen gestattet. Wir sind natürlich weit entfernt, behaupten zu wollen, daß nun ganz entsprechend differenzierte Florengebiete zur Jurazeit bestanden hätten, wie wir sie heute bei der scharf ausgesprochenen klimatischen Verschiedenheit verschiedener Gebiete zu unterscheiden vermögen. Je übereinstimmender die klimatischen Verhältnisse sind, um so größer ist natürlich die Möglichkeit, daß eine Art von ihrem Bildungszentrum aus sich allseitig verbreiten kann und daß so in der gesamten Flora die Differenzen, auf welchen die Sonderung von Florenreichen basiert, kleiner werden. Wir sind geneigt, Sibirien und das Amurland deshalb als ein besonderes Florenreich aufzufassen, dem wir als ein Florenreich für sich Indien einerseits, dann auch England gegenüberzustellen haben, weil nach den bekannten Funden zu schließen nirgends im braunen Jura ein solcher Koniferenreichtum besteht wie in Sibirien und dem Amurland. Fast scheint es uns wahrscheinlich, daß wir hier ein »Schöpfungszentrum« zahlreicher Koniferen haben, daß sie von hier aus sich strahlenartig nach Norden, Süden, Westen und Osten ausbreiteten, daß sie aber in ihrer Wanderung nach Süden und Westen auf Bedingungen (wohl klimatische) stießen, die ihrem Gedeihen nicht so entsprachen wie die Verhältnisse, unter welchen sie in Sibirien lebten.

[1] Vergl. A. Nordenskjöld, Wissenschaftliche Ergebnisse der Vega-Expedition.

Nachstehende Tabelle ist der Beleg für das Gesagte.

In Indien	sind von	35	Arten	4	Koniferen,	d. h.	11 %
,, Südafrika	,, ,,	11	,,	1	,,	,, ,,	9 ,,
,, England	,, ,,	76	,,	12	,,	,, ,,	15 ,,
,, Spitzbergen	,, ,,	29	,,	7	,,	,, ,,	25 ,,
,, Sibirien und Amurland	,, ,,	108	,,	42	,,	,, ,,	39 ,,

Doch unsere Annahme ausgeprägter Florengebiete im Zusammenhang mit etwelcher klimatischer Differenzierung wird auch durch die geographische Verbreitung der Cykadeen und Filicinen unterstützt:

In Indien	sind von	35	Arten	15	Cykadeen,	d. h.	43 %
,, Südafrika	,, ,,	11	,,	4	,,	,, ,,	37 ,,
,, England	,, ,,	76	,,	21	,,	,, ,,	28 ,,
,, Spitzbergen	,, ,,	29	,,	6	,,	,, ,,	20 ,,
,, Sibirien und Amurland	,, ,,	108	,,	25	,,	,, ,,	25 ,,

Das Vorkommen dieser auf Grund der heutigen Verwandten zu schließen in höherem Grade der Wärme bedürftigen Pflanzen ist also so ziemlich das umgekehrte wie das der Koniferen. Etwas ganz Ähnliches zeigt sich in der Verteilung der Farne. Denn wir beobachten, daß

in Indien	auf	35	Arten	14	Farne,	d. h.	40 %	aller	Arten	vorkommen.
,, Südafrika	,,	11	,,	6	,,	,, ,,	54 ,,	,,	,,	,,
,, England	,,	76	,,	37	,,	,, ,,	49 ,,	,,	,,	,,
,, Spitzbergen	,,	29	,,	11	,,	,, ,,	38 ,,	,,	,,	,,
,, Sibirien und Amurland	,,	108	,,	30	,,	,, ,,	28 %	,,	,,	,,

Mögen nun auch neue Funde in den Zahlen die eine oder andere Veränderung bringen, so dürften sie doch kaum je bedeutend genug sein, um in dem prozentischen Anteil der Koniferen, Cykadeen und Farne solche Verschiebungen eintreten zu lassen, daß unsere Ansicht nur als eine auf Zufälligkeiten sich stützende erschiene.

(Fortsetzung folgt.)

Über die Entwickelung des Weltalls und den ewigen Kreislauf der Materie.

Von

L. Zehnder in Basel.

(Mit 9 Holzschnitten.)

Die wichtigsten Beiträge zur modernen Nebularhypothese sind wohl von Kant, Herschel, Laplace und Helmholtz geliefert worden. Wenn auch allen diesen Hypothesen unwiderlegbare Einwände entgegengehalten werden können, da sie die bestehenden mechanischen Gesetze zu wenig berücksichtigen, so haben sie doch alle ihren bedeutenden Wert. Sie förderten von Stufe zu Stufe das Wissen und die Anschauung; sie bilden die Sprossen der Leiter, auf welcher die Menschheit immer höher zu steigen, immer mehr zur Erkenntnis zu gelangen vermag. Die bekannteren Hypothesen sind die folgenden:

Kant nimmt als Ausgangspunkt ein Chaos aller Materien, in ihren elementaren Grundstoff aufgelöst, an. Dieses Chaos entwickelte sich dadurch, daß dichtere Teile desselben allmählich durch Attraktion alle benachbarten Teilchen an sich zogen, so lange, bis sich einige runde Körper aus der gesamten chaotischen Masse gebildet hatten. Diese runden Körper waren der Zentralkörper, die Sonne und die Planeten mit ihren Satelliten. Wie die Rotation der Planeten entstanden ist, davon hatte Kant keinen Begriff, seine Erklärung durch Vermittelung von Repulsivkräften ist erwiesenermaßen ungenügend und haltlos.

Mit ähnlichen Prinzipien erklärt Herschel die Entstehung von Sternen und Sternhaufen aus chaotischen gasförmigen Nebeln und vermag für jedes Stadium sogar einen bestehenden Nebel gewissermaßen als Beweis für die Richtigkeit seiner Anschauungen zu zeigen. Trotzdem kommt auch er nicht über die Schwierigkeit der Rotation hinweg, obwohl gerade die spiraligen Nebel den Übergang ziemlich deutlich vor Augen gelegt hatten.

Die scheinbar außerordentliche Schwierigkeit der Entstehung der Rotation umging Laplace in seiner Hypothese, indem er von einer bestehenden Sonne mit ungeheurer Gasatmosphäre ausging und das Ganze bereits in langsam rotierender Bewegung dachte. Durch die Kontraktion vergrösserte sich die Rotation der Masse in der Weise, daß sich successive Ringe loslösen mußten, aus welchen nachher die Planeten sich bildeten. Um letztere entstanden wiederum Ringe, welche ihrerseits in gleicher

Drehrichtung um die Planeten rotierten und zur Bildung der Satelliten Anlaß gaben. Wie diese Planeten und Satelliten zu ihrer Rotation gelangten, dies ist freilich von LAPLACE unrichtig erklärt worden, was ich in einer jüngst erschienenen Arbeit: »Über die Entstehung einer Rotation der Planeten« in der Zeitschrift für Naturwissenschaften 1884, IV. Heft (Halle) nachgewiesen habe. Die Möglichkeit oder doch Wahrscheinlichkeit einer successiven Ablösung mehrerer Ringe von der rotierenden Gasmasse wurde später sehr angefochten und es brach sich die Anschauung Bahn, die ursprünglich kugelförmige glühende Gasmasse, welche die Sonne umgab, habe sich allmählich in eine flache Rotationsscheibe contrahiert, aus welcher die Ringe, denen die Planeten mit den Satelliten ihren Ursprung verdanken, sich nahezu gleichzeitig gebildet haben.

Mit seinem Prinzip der Erhaltung der Kraft hat HELMHOLTZ auf ähnlichen Gesichtspunkten gefußt wie LAPLACE, ohne jedoch bis jetzt über den Uranfang der Rotationen Aufschluß gegeben zu haben. Die erste Entstehung einer Rotation blieb wohl eine Hauptschwierigkeit — als ob wir nicht tagtäglich Hunderte von Beispielen vor Augen hätten, wie aus einer ganz beliebigen fortschreitenden Bewegung Rotation entsteht. Betrachten wir einen spielenden Knaben, wie er auf seinen Reif schlägt, um diesen in Rotation und infolgedessen wieder in fortschreitende Bewegung zu versetzen; oder wie er seinem Kreisel mit der Peitsche eine Rotation beibringt! Beobachten wir die Vorgänge an einem Wasserrad, einer Turbine, einer Windmühle u. s. w. Überall wird auf die allereinfachste Art eine fortschreitende Bewegung in eine rotierende verwandelt. Warum sollte dieses Problem bei der Bildung des Weltsystems Schwierigkeiten bereiten, da doch die Entstehung der Rotation durch einen exzentrischen Stoß schon vor langen Jahren jedermann bekannt war?

Ohne auf Widerlegungen der bisherigen Nebular-Hypothesen hier noch weiter einzutreten (siehe meine Arbeiten: »Über die Rotation der Satelliten« in der Zeitschrift für Naturwissenschaften 1884, I. Heft (Halle) und »Über die Entstehung einer Rotation der Planeten« in derselben Zeitschrift), weil ja bereits von andern Seiten eine Fülle von gewichtigen Einwänden bekannt gemacht worden sind, befasse ich mich im folgenden ausschließlich mit der Auseinandersetzung meiner eigenen Anschauungen.

Als Ausgangspunkt nehme ich unser ganzes Sonnensystem, wie es sich jetzt unserem Auge darbietet. Es sei aber die Gesamtmasse der Planeten, Kometen und auch der Sonne selbst gasförmig geworden, d. h. die ganze ihnen innewohnende Energie sei in Wärme umgewandelt worden (beispielsweise durch Stoßwirkung). Die gesamte Gasmasse fülle den Raum des Sonnensystems vollständig aus, indem sie in denkbarster Weise expandiert ist und das größtmögliche Volumen angenommen hat. Damit wir einen ungefähren Begriff von den Kraftwirkungen im Innern einer solchen Gasmasse bekommen, wollen wir hierüber einige Druckberechnungen ausführen und die wahrscheinlichsten Wirkungen, die sich daraus ergeben, erörtern.

Der Durchmesser der Erde beträgt ca. 13 Millionen Meter, also das Volumen derselben: $\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi (6^1/_2)^3$ Trillionen Kub.-Meter =

ca. 1,1 Quadrill. Kub.-Dezimeter. Ihr Gewicht, auf die Erdoberfläche reduziert, die Dichte der Erde zu 5,5 im Mittel angenommen, wird ca. 6 Quadrill. Kilos. Nun ist die Masse der Sonne und aller Planeten ungefähr 325 000mal größer als diejenige der Erde, also wäre: 6 × 325 000 Quadrill. = ca. 1,87 Quintill. Kilos das Gewicht des ganzen Sonnensystems, auf die Erdoberfläche reduziert gedacht. Auf der Sonnenoberfläche ist jedes Gewicht 27,62mal schwerer als auf der Erde, also würde das gesamte Sonnensystem, auf die Sonnenoberfläche pressend gedacht, einen Druck von 1,87 × 27,62 = ca. 52 Quintill. Kilos ausüben. Die Sonnenoberfläche hat $d^2\pi$ = (1390 Mill. Meter) $^2\pi$ = ca. 6 Trill. □ Meter. Das Gewicht des ganzen Sonnensystems, 52 Quintill. Kilos, würde also auf die Oberfläche einer Kugel von der Masse und Größe der Sonne gleichmäßig aufgelegt einen Druck von $\frac{52}{6}$ Billionen = ca. 9 Billionen Kilos per Quadratmeter ausüben. Nun haben wir aber bei der Vergasung angenommen, die Masse expandiere auf jede mögliche Art und Weise, weil absolut keine Hindernisse als die eigenen Gravitationskräfte der Ausdehnung Schranken setzen. Wir gehen nicht zu weit mit der Hypothese, diese glühende Gasmasse habe mindestens den Raum bis zur doppelten Entfernung des Neptun eingenommen. Die Wahrscheinlichkeit spricht für weit größere Expansionen, teils weil die Kometen sich viel weiter von der Sonne zu entfernen im stande sind, teils auch weil die nächsten Fixsterne noch über 8000mal weiter von der Sonne entfernt zu sein scheinen als der Neptun. Wenn wir aber so starke Ausdehnungen in Betracht ziehen, so nimmt selbstverständlich die auf die Sonnenoberfläche wirkende Pressung der vergasten Sonnensystemmasse mit dem Quadrate der Entfernung der respektiven Schwerpunkte ab. Um überhaupt noch rechnen oder schätzen zu können, denken wir uns den Schwerpunkt der ganzen auf die betrachtete Sonnenkugel drückenden Gassäule nicht ganz in die Entfernung des Saturn, ca. 1390 Mill. Kilometer von der Sonne verlegt, d. h. in die Nähe des jetzigen Schwerpunktes sämtlicher Planeten, wenn wir uns alle in einer Linie, in Konjunktion mit einander, vorstellen. Das Resultat wird auf diese Weise gewiß nicht zu groß, im Gegenteil noch viel zu klein ausfallen. Weil der Sonnendurchmesser 1 390 000 km hat, so verhalten sich die beiden Distanzen jenes Schwerpunktes und des Sonnenradius wie 1390 : $\frac{1,390}{2}$ = 2000 : 1. Das Gewicht der Gase nimmt demnach 2000^2 = 4 000 000mal ab und beträgt also der Druck der gesamten betrachteten Masse nur noch $\frac{9 \text{ Billionen}}{4 \text{ Millionen}} = \frac{9}{4}$ Mill. Kilos pro Quadratmeter Oberfläche einer Kugel von der Größe der Sonne, oder 225 Kilos pro Quadratzentimeter, was einem Drucke von 225 Atmosphären entspricht. Dies wäre der mutmaßliche Maximaldruck einer Gasmasse, bestehend aus Sonne und sämtlichen Planeten, auf eine Kugeloberfläche von der Größe der Sonne und unter der Voraussetzung, daß die Gravitation dieser Kugel gleich derjenigen der Sonne sei. Nun hat sich aber die Sonne bei der Vergasung mindestens auf ihr billionenfaches Volumen vergrößert, die Masse der

zurückbleibenden beinahe hohlen betrachteten Kugel, auf welche wir den Druck schätzten, übt eine mehr als millionenmal geringere Attraktionskraft auf alle sie umgebenden Teile aus, so daß der Druck der gesamten vergasten Sonnensystemmasse auf ihr innerstes Zentrum, die hypothetische Sonnenoberfläche, ein außerordentlich geringes Minimum wird und unsern Atmosphärendruck auf der Erdoberfläche nicht einmal annähernd zu erreichen im stande ist, ja vielleicht noch millionenmal geringer sein mag. Sogar unter der Annahme sehr schwerer, in der Nähe des Zentrums sich lagernder Metalldämpfe wird doch die Maximalpressung im Innern der Gasmasse stets nur einen sehr geringen Wert erhalten.

Diese Rechnungen sind selbstredend im Prinzip und auch in der Durchführung nur rohe Annäherungen; Genauigkeit darin hätte auch keinen Wert, weil man doch nur von Hypothesen, nicht von ganz bestimmten gegebenen Größen ausgehen kann. Unbegreiflich scheint mir aber die ziemlich verbreitete Annahme, im Innern einer sehr großen glühenden Gasmasse müsse sich die Pressung außerordentlich steigern und Tausende von Atmosphären betragen, besonders infolge der erwähnten vermutlich sehr schweren Metalldämpfe. Daß so starke Pressungen im Innern von völlig vergasten Massen höchst unwahrscheinlich sind, ergibt sich auch direkt aus den Beobachtungen der unregelmäßigen gasförmigen Nebel. Bei so ungeheuren Druckentwickelungen, wie sie von vielen angenommen werden, müßte unbedingt die Nebelmasse bei der Expansion angenähert eine Kugelform angenommen haben, weil sich ein zusammengepreßtes Gas nach allen Richtungen mit gleicher Kraft ausdehnt. Wenn hingegen von einer eigentlichen Druckentwickelung im Innern eines Nebels kaum mehr gesprochen werden kann, nur dann wird die Masse eine unregelmäßige Gestalt annehmen, zu einem unregelmäßigen Nebel sich umformen können. Die unregelmäßige Form deutet sonach auf das Nichtvorhandensein jedes größeren Druckes hin.

Wir haben in Gedanken unser Sonnensystem in ein Chaos von Gasen übergehen lassen, vorderhand nicht sowohl um zu zeigen, daß ein System von festen Körpern in völlig gasförmigen Zustand übergehen könne, als vielmehr um für das Chaos einer gasförmigen Masse, welches den eigentlichen Ausgangspunkt unserer folgenden Betrachtungen bilden wird, eine bestimmter abgegrenzte, nicht zu verworrene Vorstellung zu gewinnen. Unsere Gasmasse, das Chaos, habe also eine ganz und gar unregelmäßige Form angenommen, wie z. B. der Omeganebel (Fig. 1). Im gasförmigen Zustand werden die Kohäsionskräfte als aufgehoben betrachtet, jedoch die allgemeine Gravitation der Teilchen unter einander ist und bleibt wirksam, weil die Masse selbst, wenn sie sich noch so vielmal vergrößert, doch eine Masse bleibt und also Anziehungen bedingt. Infolge dieser auf außerordentliche Entfernungen wirkenden und äußerst kleinen Anziehungskräfte sucht das Chaos allmählich sich zusammenzuballen, wenn die Expansionskräfte es gestatten. Die Gasmasse hat eine außerordentlich hohe Temperatur, der gasförmige Zustand der schwer zu verdampfenden Materien bedingt dies. Die Masse ist also leuchtend und einem fernen Beobachter als Nebel sichtbar, mit Gas-Spektrum. Sie verliert fortwährend Licht und Wärme, kühlt sich ab und kontrahiert sich immer mehr. Wenn die Temperatur genügend gesunken ist, werden einzelne Materien flüssig, es bilden sich

Tropfen, wodurch das früher von den Dämpfen eingenommene Volumen auf das Tausendstel heruntersinkt. Nun beginnen die anziehenden Kräfte erst recht ihr Spiel. Vorher bestand die Masse aus einem unter ziemlich gleichem Drucke stehenden Gasgemenge; nun aber, wenn ein großer Teil der Materie flüssig zu werden beginnt, bildet sich eine große Zahl von luftleeren Räumen mitten im Chaos. Die allgemeine Gravitation würde rasch diese Hohlräume unterdrücken, wenn sie mächtig genug wäre. Wie schon bemerkt sind die Distanzen zu groß, um bemerkenswerte stark wirksame Kräfte auftreten zu lassen [1]. Es kann nicht das ganze Chaos sich plötzlich so stark zusammenziehen, daß jene Hohlräume ausgefüllt würden. Hingegen wirken die gebildeten flüssigen Tropfen und die übrig



Fig. 1. Der Omeganebel, Gen.-Catal. 4403 (nach HOLDEN und TROUVELOT).

gebliebenen gasigen Teile so weit auf einander ein, daß sie sich so viel als möglich zusammenhalten und nicht unendlich viele kleine, sondern eine begrenzte Zahl größerer zusammenhängender leerer Räume zwischen sich aufkommen lassen. In solchem Zustande können wir uns die beiden N e b e l i m S c h ü t z e n (Fig. 2 und 3) sowie auch die g r o ß e K a p w o l k e (Fig. 4) denken. Das Gasgemenge hatte eine so gleichmäßige Verteilung und durchgehends eine so geringe innere Pressung, daß noch kein bestimmtes Attraktionszentrum sich bilden konnte. Verschiedene dichtere Teile kämpfen miteinander um die Oberhand und es werden sich auch in den meisten

[1] Auch diese Thatsache der luftleeren Räume, sogar in nächster Nähe der Sonne, ist ein genügender Beweis, daß im ursprünglichen Gasgemenge keine zu großen Pressungsunterschiede bestehen konnten. Bei starken Pressungen wären alle luftleeren Räume sofort unterdrückt worden.

Fällen verschiedene Attraktionszentren bilden. Der Orionnebel (Fig. 5) ist wohl ein solches System, in welchem verschiedene Massenansamm-



Fig. 2. Nebel im Schützen, Gen.-Catal. 4355 (nach LASSELL, 4-füßiger Reflektor, Malta).

lungen von Gasen, die noch wenige flüssige Tropfen in ihrem Innern bergen, stattgefunden haben. Alle dichteren Teile wirken auf die ihnen zunächst

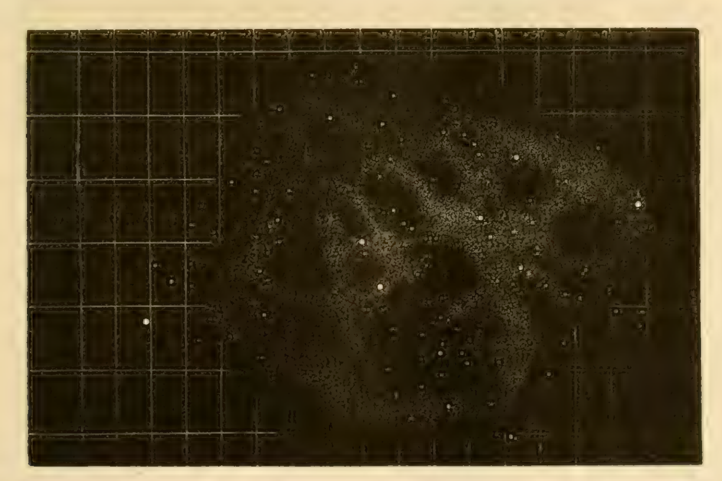


Fig. 3. Nebel im Schützen, Gen.-Catal. 4361 (nach J. HERSCHEL).

liegenden äußeren Massen anziehend ein, und weil auch in den letzteren die Tropfenbildung beginnt und unzählige Hohlräume entstehen, so ver-

einigen sich alle Teilchen der ein und demselben Attraktionszentrum zunächst liegenden Masse vorläufig zu gemeinsamen gegen das Zentrum gerichteten Schwerlinien, längs welcher die allmähliche Anziehung mit verstärkter Kraft stattfindet, während sich gleichzeitig die einzelnen Teile untereinander zu immer größeren Körpern vereinigen. Auf solche Weise entsteht eine strahlige Struktur, wie sie eben am Orionnebel deutlich erkennbar ist. Der Crabnebel (Fig. 6) im Stier zeigt diese langsame Bildung von Schwerlinien, in massenhaft verästelten Gestalten. Alle Schwerlinien streben ihrem gemeinsamen Attraktionszentrum zu, man glaubt beinahe, sie in jener Richtung sich bewegen zu sehen[1].

Kehren wir zum Orionnebel zurück, in welcher Form wir unser vergastes Sonnensystem denken wollen. Wir greifen eine der dichteren

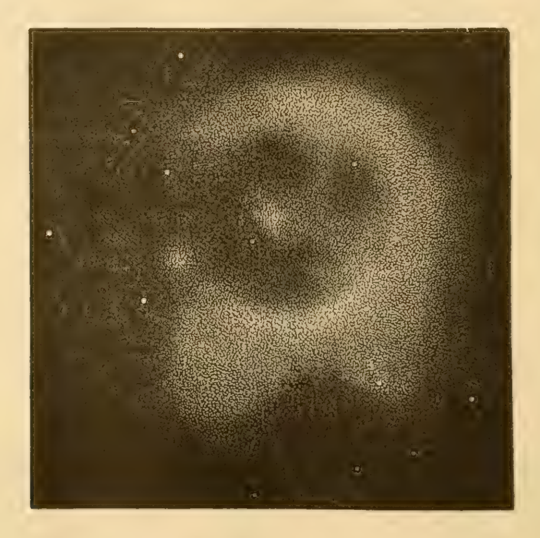


Fig. 4. Große Kapwolke, mit bloßem Auge (nach J. Herschel).

Ansammlungen heraus nebst den zugehörigen Schwerlinien, längs welcher sich die äußeren Massenteilchen gegen ihr Attraktionszentrum bewegen. Im Innern dieser Ansammlung bildet sich allmählich eine flüssige Kugel, weil immer mehr flüssige Tropfen angezogen sich in den Zentralpunkt stürzen. Es ist nun leicht einzusehen, daß die betrachtete langsam in die flüssige Kugel stürzende Schwerlinie sich unmöglich genau zentral gegen dieselbe bewegen kann. Niemals wird die Umgebung des Attraktionszentrums vollständig homogen sein, am allerwenigsten diejenige des von uns betrachteten Einzel-Zentrums des Orionnebels. Eine seitliche größere Massenansammlung ist aber im stande, unsere beobachtete Schwerlinie auf die Seite zu ziehen. Wenn also die in der Schwerlinie befind-

[1] Ein Analogon zu diesen Schwerlinien finden wir in den magnetischen Kraftlinien, welche von feinster Eisenfeile in unmittelbarer Nähe eines starken Magnetpols oder sogar an einem solchen hängend jederzeit gebildet werden.

lichen Körper nicht genau zentral, sondern etwas seitlich auf das Attraktionszentrum, die flüssige Kugel, aufschlagen, so entsteht der exzentrische Stoß und folglich Rotation, nach den einfachsten mechanischen Gesetzen.

Nicht nur die flüssig und fest gewordenen, auch die gasförmigen Massen werden vom Zentrum angezogen und die letzteren bilden eine Atmosphäre um die Kugel herum, welche durch den auf der Kugeloberfläche entstehenden Luftdruck sich an ihr reibt und dadurch nach und nach mitgerissen wird, bis sie schließlich mit der Kugel eine gleichmäßige Rotation angenommen hat. Die in die Kugel sich stürzenden Teile der Schwerlinie werden durch die rotierende Atmosphäre noch mehr aus der zentralen Richtung abgelenkt, fallen immer seitlicher auf



Fig. 5. Hellster Teil des Orionnebels (nach TROUVELOT).

sie und vergrößern ihre Rotation fortwährend. Je größer die im Zentrum befindliche Kugel wird, um so größer wird ihre Attraktionskraft und die den angezogenen Teilchen mitgeteilte lebendige Kraft; entsprechend wird die Wärmewirkung beim Aufschlagen der Körper auf die flüssige Kugel eine größere und steigt so sehr, daß schließlich beinahe alle auffallenden Körper sofort verdampfen und die Atmosphäre immer größere Ausdehnung gewinnt. Mit der auffallenden Masse nimmt die Schnelligkeit der Rotation der Kugel und dadurch diejenige ihrer Atmosphäre zu, immer mehr werden die gegen das Zentrum sich bewegenden Schwerlinien seitlich abgelenkt und von der rotierenden Gashülle mitgerissen, so daß dadurch ein vollständig spiraliges Gebilde entsteht. Schon der betrachtete Orionnebel zeigt Spuren dieser Spiralen, viel deutlicher aber ist

der Spiralnebel in den Jagdhunden (Fig. 7), in welchem sich zwei größere Rotationszentren befinden. Je stärker gebogen die von den Schwerlinien gebildeten Spiralen sind, um so mächtiger ist schon die Rotation und um so exzentrischer fallen alle jene Körper in ihr Zentrum; sie vergrößern beständig die Rotation, bis endlich die Körper der Schwerlinien gar nicht mehr ihren Zentralkörper erreichen und statt dessen eine so kräftige seitliche Bewegung von der Atmosphäre an sie übertragen wird, daß sie selbst von diesem Zeitpunkt an fortwährend um den Zentralkörper rotieren müssen. Anfänglich geschieht dies noch in unregelmäßig verteilten



Fig. 6. „Crab"-Nebel im Stier, Gen.-Catal. 1157 (nach Rosse, 6-füßiger Reflektor).

Ellipsen, aber immer mehr werden sie durch die energische Rotation der gasförmigen Masse — die nun eine ziemlich große Dichtigkeit erlangt hat, weil auch das Attraktionszentrum eine viel konzentriertere Masse geworden ist — in kreisrunde Bahnen gezwungen; denn jede andere Bahn hätte beständig mit dem Luftwiderstande zu kämpfen. Es bilden sich also nach und nach aus den spiraligen Schwerlinien runde Schwerringe, die um das Zentrum mit gleichförmiger Geschwindigkeit, also in Kreisen, rotieren. Einzelne dichtere Schwerringe vermögen die leichteren an sich zu ziehen und zwar um so mehr, je weiter der am mächtigsten wirkende

Zentralkörper von den Ringen entfernt ist. Die Anzahl der Ringe nimmt also ab und es bleiben übrig die mächtigeren von einander so weit entfernten Ringe, daß ihre gegenseitige Attraktion sie nicht mehr wesentlich zu deformieren vermag. Für solche Rotationssysteme haben wir unter den Nebeln eine größere Anzahl Beispiele. Wohl alle elliptischen Nebel und auch die Ringnebel sind Rotationsscheiben glühender Gase, in welchen einzelne Materien bereits zu flüssigen Tropfen oder festen kleinen Körpern sich verdichtet haben und das Ansehen von außerordentlich vielen kleinen Lichtpünktchen bieten. Zweifellos müssen alle völlig runden oder elliptischen Ansammlungen diskreter Teilchen im Raume Rotationsscheiben sein, wenn sie von langem Bestande sein sollen; bei den elliptischen Scheiben steht die Rotationsebene nicht genau senkrecht zur Erdrichtung, weshalb uns der Kreis als Ellipse erscheint.



Fig. 7. Spiralnebel in den Jagdhunden (nach ROSSE, 6-füßiger Reflektor).

Bei den oben betrachteten Verwandlungen während der Entstehung der Rotation können im allgemeinen, wenn unser Attraktionszentrum verhältnismäßig isoliert sich befindet, drei verschiedene Gebilde entstehen: Erstens das vorhin näher erläuterte System einer schnell rotierenden Sonne umgeben von einer immensen Atmosphäre, welche die Drehung langsamer mit nach außen immer abnehmender Geschwindigkeit mitmacht und in welcher mehrere schwere Ringe in gewissen Abständen von ihrer Sonne kreisen. — Als einen zweiten Fall können wir uns aber denken, daß die angezogenen Schwerlinien nur von schwachen seitlichen Kräften beeinflußt werden, daß dementsprechend nur eine schwache

Drehung bewirkt wird. Alle Teile der Schwerlinien müssen sich in ihren Zentralkörper stürzen und verdampft werden, weil die schwache Rotation der umgebenden Atmosphäre nicht im stande ist, die Schwerlinien völlig von der ursprünglichen Richtung abzulenken. Es entsteht demgemäß eine weniger schnell rotierende Sonne mit sehr großer, abgerundeter, langsam um sie rotierender Atmosphäre, ein Nebelstern. Die Temperatur der Atmosphäre erniedrigt sich allmählich wieder; es bilden sich in ihr Tropfen, diese vereinigen sich zu größeren flüssigen Kugeln, welche fortwährend sich wieder in den Zentralkörper stürzen, in ununterbrochenem Wechsel, bis zu vollständiger Erkaltung des Zentralkörpers selbst. Ein solches System macht nach seiner Entwickelung den Eindruck eines großen abgerundeten Sternhaufens (Fig. 8 u. 9), und zwar eines unauflösbaren, wenn die flüssigen Kugeln im Verhältnis zu der Entfernung von uns noch sehr klein sind. Je größer die Kugeln werden, um so weniger sind deren vorhanden und um so auflösbarer wird der Sternhaufen. Aus diesem System wird schließlich ein einziger Fixstern mit langsamer Rotation, ohne Trabanten.

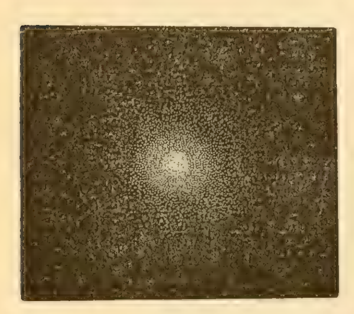


Fig. 8. Sternhaufen 47 Tucani (nach J. Herschel).

Ein dritter, jedoch gewiß äußerst seltener Fall wird folgender sein: Die Gasmasse ist von Anfang an so homogen, daß eine seitliche Anziehung der radialen Schwerlinien nicht stattfindet, oder auch daß durch symmetrische seitliche Anziehungen verschiedene Schwerlinien ihre Wirkungen gegenseitig aufzuheben vermögen. Unter solchen Umständen muß sich ein Stern mit großer Atmosphäre, ein Nebelstern bilden, ohne jede Rotation. Beim Erkalten entstehen auch in dieser Atmosphäre flüssige Tropfen, Kugeln, die immer größer werden, aber wegen mangelnder Rotation des ganzen Systems sich sehr bald in ihren Zentralkörper zu stürzen gezwungen werden. Ein solches System muß ebenfalls zur Bildung einer einzigen Sonne, ohne jegliche Begleitung von größeren Trabanten, Anlaß geben, ist aber, wenn nicht unmöglich, so doch zum mindesten außerordentlich unwahrscheinlich oder selten. Nur eine allervollständigste Homogenität oder absolut symmetrische Anordnung der ursprünglichen Gasmassen wäre solcher Entwickelungen fähig.

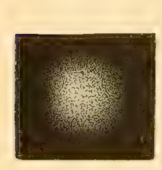


Fig. 9. Kugeliger Sternhaufen (Globular cluster).

Der allgemeine Fall bedingt unzweifelhaft die Entstehung des Rotationssystems und zwar ist vielleicht das erst genannte System (event. auch ohne die Schwerringe) das häufigste; wir wollen also dessen Weiterbildung speziell verfolgen. Wenn die erwähnten Schwerringe alle um die Sonne rotieren, so werden sie, je nachdem ihnen mehr oder weniger lebendige Kraft innewohnt, langsam entweder vom Zentralkörper weg oder gegen ihn fallen, so lange bis ihre Zentrifugalkraft und die von der Sonne ausgeübte Attraktionskraft sich das Gleichgewicht halten.

Ein gleiches geschieht mit allen Materien, welche während dieser Zeit durch Abkühlung aus dem gasförmigen in den flüssigen oder festen Zustand übergegangen sind. Alle diese flüssigen oder festen Körper nehmen allmählich eine gleichmäßige Rotation um das gemeinschaftliche Attraktionszentrum an. Die Atmosphäre kühlt sich während dessen immer mehr ab, es treten Hohlräume auf, die sich stets vergrößern. Nach und nach kontrahiert sich der größte Teil der Gasmassen gegen sämtliche festgewordenen Teile hin, dieselben mit kleineren Atmosphären umgebend. Nun wird unser System nur noch aus einem rotierenden Zentralkörper mit verhältnismäßig geringer Atmosphäre und aus einigen Schwerringen gebildet. Die letzteren bestehen aus diskret verteilten flüssigen Kugeln oder, wenn die Abkühlung weit genug fortgeschritten ist, aus festen, annähernd runden Körpern, jeder umgeben von einer kleineren Atmosphäre noch nicht in den flüssigen Zustand übergegangener Gase. Da die Sonne solche Schwerringe nicht mehr zu deformieren vermag, so wirken nur noch die einzelnen Bestandteile der Ringe auf einander ein. Die größeren ziehen die kleineren an sich, es bilden sich in jedem Ringe ein oder mehrere Attraktionszentren, von welch letzteren schließlich dasjenige, das sich am meisten zu vergrößern vermochte, alle übrigen in seinen Bereich zieht. Es entsteht aus jedem Ring ein Planet.

Wiederum haben wir denselben Entwickelungsgang zu verfolgen wie bei der Entstehung der ursprünglichen Rotation. Wenn sich die Schwerringe successive in ein größeres Attraktionszentrum stürzen, so muß eine Rotation entstehen, im allgemeinen eine um so schnellere, je größer die Masse der Schwerringe ist. Durch die Verwandlung der lebendigen Kraft der auffallenden Körper in Wärme erhalten die Planeten sehr große Atmosphären, welchen die Drehung der flüssigen Planetkugel mitgeteilt wird. Die rotierende Atmosphäre zieht die Schwerringe immer weiter von ihrer zentralen Richtung ab, stellt ein spiraliges Gebilde her, welches sich allmählich in ein vollständiges Rotationsgebilde verwandelt. Nun ist ein Planet mit lebhafter Rotation gebildet, umgeben von Schwerringen, welche in der Drehrichtung des Planeten selbst um ihn kreisen. Die Rotation des Planeten aber muß im allgemeinen im Sinne seiner Revolution um den Zentralkörper erfolgt sein, wie ich in meiner mehr erwähnten Arbeit: »Über die Entstehung einer Rotation der Planeten« nachgewiesen habe. Die Schwerringe der Planeten kontrahieren sich ihrerseits fortwährend, ganz obigen Ausführungen entsprechend. Es bilden sich daraus die Satelliten, welche konsequenterweise in Rotation versetzt werden und, wenn die Massen groß genug sind, wieder Ringe und Trabanten erhalten können.

Dies ist die Entwickelung des allgemeinen Falles. Wenn wir das erhaltene System mit unserem Sonnensystem vergleichen, so finden wir mehrere abweichende Ergebnisse. Verschiedene Planeten mit Satelliten sind vorhanden, und sogar ein Planet mit Ringen. Dagegen haben wir Planetoiden, welche in so großer Zahl vorhanden sind, daß wir ihnen nicht wohl ebenso viele Schwerringe zu Grunde legen dürfen. Vermutlich sind sie aus einem einzigen sehr breiten schweren Ringe, ähnlich den Saturnringen, hervorgegangen, dessen Kontraktion durch die großen Attraktionszentren, welche sich bereits im Saturn- und besonders im

Jupiter-Schwerringe gebildet hatten, ganz bedeutend gestört wurde. Dadurch bildeten sich einzelne Körper in etwas verschiedenen Bahnen statt eines einzigen Schwerringes, welche Körper sich durch fortgesetzt wirkende Perturbationen mehr und mehr von einander entfernten und durch Zusammenstoßen mit vielen andern kleineren Körpern in ganz abweichende Bahnen getrieben wurden.

Bei unseren Entwickelungen haben wir den Schwerringen Rotationen um ihre Sonne in Kreisbahnen vorgeschrieben. Damit ist nicht gesagt, daß auch die fertigen Planeten in Kreisen sich um die Sonne drehen müssen, im Gegenteil. Die Entstehung derselben aus Schwerringen bedingt fortwährende exzentrische Stöße, welche sich zum Teil in Rotation und Wärme umsetzen, zum Teil aber auch den Planeten aus seiner Kreisbahn werfen und ihm eine neue Bahn, eine Ellipse vorschreiben, deren Neigung nicht mehr genau mit derjenigen der ursprünglichen Rotationsebene der Gesamt-Atmosphäre zusammenfällt. — Die Anomalien der Planeten Uranus und Neptun, deren Rotationsebenen sehr bedeutend von der ursprünglichen Gesamt-Rotations-Ebene abweichen, habe ich in einer früheren, mehr erwähnten Arbeit diskutiert.

(Schluß folgt.)

Über einige Eigentümlichkeiten der Blüten von Commelyna.

Von

Dr. **Wilhelm Breitenbach.**

(Mit 5 Figuren.)

Überall in der Umgegend von Porto Alegre in der brasilianischen Provinz Rio Grande do Sul fand ich in den Monaten April, Mai und Juni in Gräben, die etwas feucht sind, an Wiesenrändern und ähnlichen Plätzen eine Art der Gattung *Commelyna* als gemeines Unkraut. Die Blumen dieser Gattung sind durch einige Eigentümlichkeiten ausgezeichnet, die wohl bekannt zu werden verdienen. Leider wurde ich erst gegen Ende meines Aufenthaltes in Rio Grande do Sul auf die interessante Pflanze aufmerksam und meine Untersuchung ist daher nur sehr unvollständig geblieben. Die Gattung *Commelyna* ist nächstverwandt der bekannten Gattung *Tradescantia*, von der ja mehrere Arten in unsern Gärten und Zimmern vielfach gezogen werden. Sehen wir uns an der Hand der beigegebenen Figuren die Blume etwas näher an: Von den drei Blumenblättern sind nur die beiden seitlichen (*p*, *p*) völlig entwickelt; es sind ziemlich große, hellblau oder wasserblau gefärbte, auf einem schmalen Stiel sitzende, beinahe senkrecht stehende Flächen, welche die Blume schon aus großer Entfernung sichtbar machen und daher ohne Zweifel als wirksames Anlockungsmittel dienen. Das dritte vordere Blumenblatt ist zu einem winzigen Rudiment herabgesunken und stellt ein kleines

schmales farbloses Blättchen dar (p_1 in Fig. 1; in Fig. 2 ist es nicht gezeichnet), welches physiologisch jedenfalls keine Bedeutung mehr hat. Von den drei Kelchblättern ist ebenfalls eines rudimentär, wenn auch nicht ganz in dem vorgeschrittenen Maße wie das dritte Blumenblatt. Während aber bei den Blumenblättern das vordere verkümmert ist, sehen wir von den Kelchblättern das hintere in seiner Größe etwas reduziert. (Fig. 2, s_1; in Fig. 1 nicht sichtbar.) Die beiden seitlichen Kelchblätter hingegen sind in der Medianlinie zusammengewachsen und bilden so ein schüsselförmiges, horizontal abstehendes Blatt, welches, da es gleich dem hinteren



Commelyna sp. aus Rio Grande do Sul.

Fig. 1. Blüte von vorn gesehen.
Fig. 2. Blüte von der Seite.
Fig. 3. Die Anthere des vorderen Staubgefäßes von der Seite und von vorn.
Fig. 4. Die Anthere eines der hinteren drei rudimentären Staubgefäße.
Fig. 5. Durchschnitt durch den kahnförmigen Behälter unterhalb der Blüte.

p Blumenblätter; p_1 rudimentäres Blumenblatt; *s* Kelchblätter; s_1 rudimentäres Kelchblatt; *a* die beiden seitlichen Staubgefäße; a_1 das vordere, mittlere, a_2 die hinteren rudimentären Staubgefäße; *k* kahnförmiger Behälter unterhalb der Blüte; *b* Blütenstiel einer entfalteten Blüte; *bk* Blütenknospe; *f* Fruchtkapsel; *x* fingerförmiger Fortsatz im Grunde des kahnförmigen Behälters.

Kelchblatt vollkommen farblos ist, zwar zur Augenfälligkeit der Blumen nichts beiträgt, wohl aber den besuchenden Insekten, wenn sie einmal auf der Blume angelangt sind, einen ganz vortrefflichen Landungs- und Ruheplatz gewährt, von dem aus sie nun in aller Bequemlichkeit ihre aus Pollen bestehende Nahrung verzehren können.

Die sechs Staubgefäße treten in drei verschiedenen Formen und Größen auf. Wir haben zunächst zwei normal entwickelte Staubgefäße mit nach innen sich öffnenden Antheren; die Filamente sind S-förmig gebogen und von schwach bläulicher Farbe, der Pollen sowie die Antherenwandung gelb. Während diese beiden Staubgefäße rechts und links vom Ovarium stehen, erhebt sich vor demselben ein drittes, dessen Filament von der Länge der seitlichen ist, dessen Anthere aber die beiden eben erwähnten an Größe bedeutend übertrifft. Die Anthere ist lebhaft gelb gefärbt und weicht in der Gestalt nicht unbedeutend von den beiden seitlichen ab, wie aus Fig. 3 hervorgeht. Auch bei *Commelyna coelestis* ist die Anthere des vor dem Ovarium sich erhebenden Staubgefäßes größer wie die der beiden seitlichen.

Im Hintergrunde der Blüte endlich stehen die noch übrigen drei Staubgefäße. Sie setzen sich zusammen aus einem sehr dünnen, fadenförmigen Filament, welches nur halb so lang ist wie die der seitlichen Staubgefäße, und aus einer diesem Filament aufsitzenden rudimentären Anthere, welche die Gestalt einer kleinen gelben Platte hat, wie sie in Fig. 4 dargestellt ist. Da, wie ich aus dem mir erst kürzlich bekannt gewordenen Aufsatz H. Müller's über Arbeitsteilung bei Staubgefäßen von Pollenblumen (Kosmos VII. Jahrgang, pag. 253) ersehe, bei *Commelyna coelestis* der mittlere Teil dieser rudimentären Antheren noch ein wenig Pollen erzeugt, so bedaure ich, s. Z. die betreffenden Antheren nicht mikroskopisch untersucht zu haben. Mit der Lupe erinnere ich mich genau keinen Pollen gesehen zu haben. Von *Commelyna communis*, mit der meine Art überhaupt nahe verwandt, wenn nicht identisch zu sein scheint, sagt H. Müller: »Die oberen Antheren scheinen dem bloßen Auge nur noch aus vier großen gelben Platten zu bestehen und keinen Pollen mehr zu erzeugen.« Die lebhafte gelbe Farbe dieser drei rudimentären Antheren hebt sich scharf von dem hellen Blau der Blumenblätter ab. Die Antheren leisten daher als Anlockungsmittel ebenso wie die andern vorzügliche Dienste. Vielleicht auch dienen sie, wie H. Müller vermutet, den die Blumen besuchenden Insekten als Nahrung, was von der mittleren Anthere ohne Zweifel richtig ist. Der Griffel ist S-förmig gebogen, steht in der Mitte der Blüte und ist etwa so lang wie die seitlichen Staubgefäße. Honig enthält die Blüte nicht. Wer die Kreuzungsvermittler dieser zierlichen Blüten sind, habe ich nicht entdecken können, trotzdem ich sie stundenlang überwacht habe.

Ich komme nun zur Besprechung einer andern Eigentümlichkeit der *Commelyna*, von der ich mir bis jetzt absolut noch keine Rechenschaft geben kann und die wohl geeignet ist, näher untersucht und erforscht zu werden. Unterhalb der Blüte befindet sich nämlich ein aus einem stengelumschließenden Blatte gebildeter kahnförmiger Behälter, der oben durch einen ziemlich schmalen Spalt sich öffnet und unten bauchig erweitert ist. (Fig. 1, 2, 5, *k*.) Nehmen wir die eine Seitenwand dieses Behälters weg, wie es in Fig. 5 geschehen ist, so bemerken wir, daß der die Blüten tragende Endteil des Stengelgliedes in demselben verborgen ist. In unserer Fig. 5 ragt eine entwickelte Blüte aus dem Kahn hervor (*b*), eine nach unten gekehrte Blütenknospe (*bk*) und mehrere Fruchtkapseln (*f*) be-

finden sich in demselben. Wenn nämlich die Knospe im Begriff ist, sich zu öffnen, so erhebt sie sich aus dem kahnförmigen Behälter: ist sie befruchtet und sind die Blütenteile teilweise oder ganz abgefallen, so senkt sich der Blütenstiel nach unten und der Fruchtknoten tritt wieder in den Behälter zurück; es ragt also immer nur eine Blüte aus dem Behälter hervor, während er gleichzeitig noch Blütenknospen und befruchtete und Samen entwickelnde Fruchtknoten enthält. Im Grunde des Behälters sehen wir an der hintern Seite, dicht an dem den Blütenquirl tragenden Stengelstück einen kleinen grünen fingerförmigen Fortsatz sich erheben, dessen Bedeutung mir vollkommen rätselhaft ist (Fig. 5 *x*). Ist er ein rudimentäres Blatt, ein rudimentäres Stengelglied oder was? Welche Funktion hat er, wenn ihm überhaupt noch eine solche zukommt?

Das Wunderbarste an diesem Behälter ist nun aber folgendes: So oft ich auch einen derselben untersuchte, fand ich ihn stets gefüllt (entweder ganz oder zum Teil) mit einer wasserklaren, etwas klebrigen, deutlich alkalisch schmeckenden Flüssigkeit. Dieselbe ist aber nicht so dünnflüssig wie Wasser, sondern weit weniger, etwa wie die in den Kannen von *Nepenthes* enthaltene Flüssigkeit. Selbst wenn es lange Tage hindurch nicht geregnet hatte, fand ich doch diese Flüssigkeit. Dieselbe kann also unmöglich nur Regenwasser sein, was auch schon aus ihrem Geschmack und Flüssigkeitsgrade hervorgeht; sie muss also wenigstens zum Teil von einem Teile des Behälters selbst abgeschieden werden. Sollte vielleicht der oben erwähnte fingerförmige Fortsatz (*x*) eine drüsige Natur haben und diese Flüssigkeit abscheiden? Welche Bedeutung hat diese alkalisch schmeckende Flüssigkeit? Weshalb sind sowohl die Blütenknospen wie auch die Samenkapseln in sie eingebettet?

Es gibt bekanntlich eine ganze Anzahl von Pflanzen, welche in aus Blättern entstandenen kannenförmigen, kahnförmigen, trichterförmigen Behältern eine alkalisch schmeckende Flüssigkeit enthalten. *Nepenthes* und *Dipsacus* mögen als Beispiele angeführt werden. In diesen und ähnlichen Fällen ist bewiesen oder doch in hohem Grade wahrscheinlich gemacht worden, daß in diese Flüssigkeit kleine Tiere, Insekten, Spinnen etc. hineingeraten, daß gewisse Bestandteile des Insektenkörpers von der Flüssigkeit extrahiert und zur Ernährung der Pflanze verwandt werden. In der That hat man auch zahlreiche Insektenleichen in allen Stadien der Auflösung in diesen Flüssigkeiten gefunden. In den Behältern der *Commelyna* dagegen habe ich niemals auch nur eine Spur eines Insektes entdecken können. Das schließt nun freilich die Möglichkeit nicht aus, daß doch von Zeit zu Zeit Insekten gefangen werden und daß diese dann eine ähnliche Verwendung finden wie bei *Dipsacus*. Möglicherweise ist auch der fingerförmige Fortsatz *x* im Grunde des Behälters mit ähnlichen, einen Protoplasmafaden aussendenden Drüsenzotten besetzt, wie sie bei *Dipsacus* von Francis Darwin entdeckt wurden. Und wenn ich mir den Behälter auf diese Vermutung hin ansehe, so scheint er mir in der That durchaus nicht ungeeignet zum Insektenfang. Die glatten, steilen, durch die zähe Flüssigkeit noch glatter gewordenen Wände des Behälters sowie des Blütenstieles würden jedenfalls das Herauskriechen eines in die

Flüssigkeit gelangten Insektes bedeutend erschweren. Aber das alles sind nur Vermutungen, die der nähern Prüfung unterzogen werden müssen. Vornehmlich aber scheint mir ein Punkt als der merkwürdigste und rätselhafteste: Hat es für die Pflanze eine Bedeutung, daß sowohl Blütenknospen als Fruchtkapseln in einer alkalisch schmeckenden Flüssigkeit sich befinden, und welche?

Wissenschaftliche Rundschau.

Zoologie.

Die Entwickelung der westindischen Peripatus-Arten.

Die Entwickelung der merkwürdigen Gattung *Peripatus* war lange in Dunkel gehüllt. Dank den Bemühungen englischer Forscher (Moseley und Hutton) wurden zuerst wesentliche Verhältnisse in der Entwickelung der äußeren Körperform, der Gliedmaßen u. dgl. aufgehellt; später wurden auch jüngere Embryonen des *P. capensis* von Balfour untersucht und beschrieben (vergl. Kosmos Bd. XIII. 1882. p. 552). Das Material, an dem Balfour gearbeitet hatte, war nur sehr spärlich und lückenhaft; nichtsdestoweniger wurden doch bald einige seiner Ergebnisse als Ausgangspunkt für Spekulationen der kritiklosesten Art benutzt[1]. Um so erfreulicher ist das Erscheinen einer sehr genauen und auf vortreffliches, reiches Material gegründeten Arbeit über die Entwickelung der westindischen *Peripatus*-Arten von Dr. J. Kennel[2], die über eine Menge sehr interessanter und zum Teil sehr abweichender Verhältnisse Aufklärung gibt.

Der Verfasser hat dem eigentlichen entwickelungsgeschichtlichen Teil seiner Arbeit einen anatomischen und biologischen Abschnitt vorausgeschickt, der an allgemeinem Interesse der darin enthaltenen Ergebnisse kaum hinter jenem zurücksteht. Es ist nämlich im höchsten Grade überraschend zu sehen, wie große Unterschiede im Bau des Geschlechtsapparats und demgemäß in den Bedingungen einerseits für Brunst und Begattung und anderseits für die Entwickelung der Embryonen innerhalb einer und derselben Gattung auftreten können. Bei *Peripatus Novae Zealandiae* sind die reifen Eier von sehr bedeutender Größe: sie sind etwa 1,5 mm lang und 1 mm dick und das Wachstum findet nur auf Kosten des mächtigen Nahrungsdotters statt, denn die neu-

[1] Adam Sedgwick, On the origin of Metameric Segmentation and some other morphological questions. Quart. journ. of micr. science. N. S. Vol. 24. January 1884.

[2] J. Kennel, Entwickelungsgeschichte von *Peripatus Edwardsii* Blanch. und *Peripatus torquatus* n. sp. Arbeiten a. d. zool.-zoot. Institut Würzburg Bd. VII, 2. 1884.

gebornen Jungen entsprechen an Volum den Eiern ziemlich genau. Die Embryonen gehen keine Verbindung mit den Uteri ein, man findet sie aber in sehr verschiedenen Stadien in demselben Thier. Demgemäß kann in der Zwischenzeit zwischen der Befruchtung der einzelnen Eier keine neue Begattung eintreten, und deshalb findet sich ein Receptaculum seminis. — Bei *P. capensis* haben die Eier die geringe Größe von 0,17 mm: die neugebornen Jungen sind aber größer als diejenigen von *P. Novae Zealandiae;* wenn also keine Verbindung der Embryonen mit den Uteri eingegangen wird (was nach den vorliegenden Beobachtungen nicht der Fall zu sein scheint), so müssen sich jene in ähnlicher Weise wie die Jungen der westindischen Arten in späteren Stadien entwickeln: durch Schlucken von (abgesondertem) Eiweiß. Alle Embryonen, die man in einem Uterus findet, sind immer so ziemlich gleich weit entwickelt und es findet sich kein Receptaculum seminis, so daß wahrscheinlich von Zeit zu Zeit neue Brunst und Begattung stattfinden muß. — Bei den westindischen Arten endlich sind die Eier bei ihrem Austreten aus dem Ovarium winzig klein, nur 0,04 mm im Durchmesser: die Embryonen gehen aber frühzeitig eine sehr innige Verbindung mit der Uteruswand ein (vergl. weiter unten) und werden durch dieselbe so reichlich ernährt, daß sie erst in einer Größe von 21—22 mm geboren werden. Jeder Uterus ist bei diesen Arten fast immer von einer großen Anzahl von Embryonen in sehr verschiedenen Stadien erfüllt; um jeden Embryo bildet er eine allseitig geschlossene Bruthöhle. Eine Begattung während der Trächtigkeitsperiode ist deshalb geradezu unmöglich, und eine solche findet vielleicht überhaupt nur einmal im Leben des Tieres statt. Demgemäß findet sich in der Nähe der Ovarien einerseits ein Receptaculum seminis, gewöhnlich dicht erfüllt von Sperma, anderseits ein ähnliches Gebilde, das aber Eizellen enthält und als Receptaculum ovorum gedeutet werden muß. Wahrscheinlich reifen nämlich im Ovarium zu gleicher Zeit mehrere Eier; beim Austreten derselben ist aber in den Uteri nicht Raum für sie alle; deshalb werden im Receptaculum ovorum die zurückbleibenden aufbewahrt, wo sie sich (wie die Spermatozoen in der Samentasche) lange lebensfähig erhalten, bis endlich durch das Wachstum der Uteri für sie Platz geschaffen ist. Dieses Wachstum der Uteri an ihren proximalen Enden dauert nämlich immer fort, während anderseits beim Austritt eines Embryo der Abschnitt, in welchem er gelegen hatte, wie es scheint ziemlich schnell resorbiert wird, so daß die nächst folgende Bruthöhle gegen die Geschlechtsöffnung hingeschoben wird. Somit findet bei diesen Formen eine stetige Erneuerung des Uterus statt. In der letzten Zeit des Fötallebens wird übrigens die Verbindung mit dem Uterus aufgegeben; die Jungen schlucken dann Eiweiß, das von den Wänden abgesondert wird.

Interessant erscheint auch der Nachweis, daß die Uteri die umgewandelten Segmentalorgane des vorletzten beintragenden Segments sind. Schon aus dem anatomischen Verhalten derselben mußte solches vermutet werden, indem nämlich die genannten Organe aus der (medianen) Vagina nicht unmittelbar in die Leibeshöhle treten, sondern erst unter den seitlichen Längsnervenstämmen umbiegen und lateral-

wärts von diesen in den Leibesraum treten. KENNEL hat nun gefunden, daß in der That die Uteri ursprünglich seitliche Öffnungen haben, daß diese sich aber »im Verlauf der Entwickelung der Mittellinie nähern und bei der Bildung der Vagina durch Einstülpung der Körperwand nach innen geschoben werden«. Diese Beobachtungen werfen ein schönes Licht auf die morphologische Bedeutung der Geschlechtswege der Arthropoden [1]. —

Sind die Eier der westindischen *Peripatus*-Arten im Uterus befruchtet worden, so machen sie im Brutraum eine totale und äquale Furchung durch, wahrscheinlich bis zum Stadium mit 32 Zellen; während des Furchungsprozesses findet ein bedeutendes Wachstum statt, so daß das Ei am Ende des genannten Vorganges das Lumen der Bruthöhle ganz ausfüllt; es bildet dann eine solide Kugel ohne Furchungshöhle, und die Zellen haben ein dünnes vakuolenhaltiges Protoplasma. Der nächste Vorgang ist nun sehr merkwürdig: die ganze Kugel zieht sich stark zusammen, so daß sie ein viel kleineres Volumen als früher einnimmt; dabei ändert sie die Form gänzlich, indem sie als eine Scheibe erscheint, die sich an einer einzelnen Stelle an die Uteruswand anlegt, von wo sie eine kleine Vorwölbung in die Bruthöhle bildet. Dabei ist das Protoplasma der Zellen dicht und feinkörnig geworden; ohne Zweifel wird nämlich bei der Zusammenziehung Zellwasser ausgestoßen. — Die anfangs ziemlich flache Scheibe wölbt sich nun beim weiteren Wachstum immer mehr, springt in die Bruthöhle stärker vor und bildet sich zu einer einschichtigen Keimblase aus. Die der Uteruswand am nächsten liegenden Zellen des Embryo (»Basalzellen«) differenzieren sich von seinen übrigen Elementen als »ein kleines Polster, das dem Embryo als Basis dient«; sie sind die Anlage für den stielförmigen Nabelstrang und für die Placenta embryonalis, während nur aus dem am meisten in die Bruthöhle vorspringenden Teil des Embryo der Körper des jungen Tiers hervorgeht. Indem dieser Teil stark und allseitig wächst, nimmt er zuerst »Pilzhutform«, später, indem er sich in die Länge streckt, »Pistolenschaftform« an. Gleichzeitig mit den geschilderten Vorgängen haben sich von der Oberfläche des Embryo Zellen losgelöst, die hinauswandern und schließlich eine geschlossene Embryonalhülle um denselben bilden — ein Amnion, das unten in die Placenta embryonalis sich fortsetzt. In der Region dieser letzteren verdickt sich die Uteruswand bedeutend zur Bildung einer Placenta uterina.

Die Seite des Embryo, wo sich der Nabelstrang ansetzt, ist die künftige Rückenseite, die frei in die Bruthöhle vorspringende Seite stellt die Bauchseite dar. An dieser letzteren fängt schon früh eine Einwucherung von Zellen ins Lumen der einschichtigen Keimblase an stattzufinden: es ist die Anlage des Ento- und Mesoderms. Bei der Längsstreckung des Embryo wird diese Einwucherungsstelle (Blastoporus) an das Hinterende verschoben; indessen hat sie nichts zu thun weder

[1] Kürzlich wurde (auch mit Hinweisung auf *Peripatus*) die Homologie der Geschlechtswege der Arthropoden mit Segmentalorganen von Palmén bestimmt behauptet (J. A. Palmén, Über paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insekten. Helsingfors 1884).

mit dem Mund noch mit dem After; nach der Bildung dieser beiden Öffnungen (durch wohlumschriebene Einstülpungen des Ektoderms) persistiert noch die Einwucherungsstelle hinter dem After. Übrigens wird weder die ursprüngliche Mundeinstülpung zum Mund des erwachsenen Tieres noch die erstgebildete Analöffnung zum definitiven After. Der primäre Mund wird durch weitere Einstülpung in die Tiefe gedrängt und schließlich wird sogar durch weitere Wucherungs- und Einstülpungsvorgänge das ursprünglich ganz äußerlich angelegte erste Extremitätenpaar als Kiefer mit in die definitive Mundhöhle eingezogen. Die ursprüngliche Mundöffnung wird beim erwachsenen Tier durch die Stelle vertreten, wo der Schlund in den Mitteldarm einmündet. — In anderer Weise verhält sich die primäre Afteröffnung: sie verschwindet vollkommen und der bleibende After entsteht als eine Neubildung kurz vor jener.

Die vom Blastoporus aus eingewucherten Zellen sondern sich bald in drei Abteilungen: eine mittlere und zwei seitliche. Erstere ist das Entoderm, in dem sich bald eine Höhle, die Darmhöhle bildet. Die beiden seitlichen Teile stellen das Mesoderm dar, in dem auch rasch von vorn nach hinten segmentale Höhlungen auftreten in ganz derselben typischen Weise wie bei der Entwickelung wahrer Gliederwürmer (z. B. Regenwürmer). Wenn man somit nur junge Stadien untersucht, würde man geneigt sein zu glauben, die Leibeshöhle von *Peripatus* entstehe ganz nach dem bekannten Hertwig'schen Schema für die gegliederten »Enterocölier«. Das ist indessen durchaus nicht der Fall. Aus den ursprünglichen Segmenthöhlen entstehen nur die Höhlungen der Füßchen sowie die beiden Lateralsinusse, während die definitive, ungegliederte Leibeshöhle durch Auseinanderweichen der anfangs dicht aneinander gelegenen ektodermalen Leibeswand und entodermalen Darmwand hervorgeht. Die mesodermale Auskleidung dieser Leibeshöhle entsteht erst später, wahrscheinlich durch Auswandern von Zellen aus den eben erwähnten Segmentblasen.

Erst nachdem der Embryo seine volle Segmentzahl erreicht hat, fängt das Nervensystem an sich zu sondern. Es entsteht in Form von paarigen Ektodermwucherungen an der Ventralseite, jederseits der Medianlinie; bald sondern sie sich vom Ektoderm und stellen die Anlagen der seitlichen Nervenstämme dar. Über die Entwickelung des Gehirns fehlen noch nähere Angaben; überhaupt wird die spezielle Entwickelung der Organe erst in einem zweiten Teil dieser Arbeit behandelt werden.

Da der geschilderte Entwickelungsmodus von der von Balfour gegebenen Darstellung der Entwickelung von *Peripatus capensis* in mehreren Beziehungen wesentlich abweicht, so versucht nun der Verfasser durch einige sehr eingehende kritische Bemerkungen Balfour's Befunde und Abbildungen so umzudeuten, daß sie in ungezwungener Weise auf die Entwickelung der westindischen Arten beziehbar werden. Das Entstehen des Mundes und des Afters aus einer ursprünglichen Längsspalte, einem »Urmunde«, durch Abschnürung in eine vordere und hintere Abteilung hält Kennel zwar nicht für unmöglich, obgleich es nicht mit

den Vorgängen bei den westindischen Arten übereinstimmt. Bei diesen letzteren ist das Auftreten der Mund- und Afteröffnung (wahrscheinlich wegen der Ernährungsweise mittels Placenta und Nabelstrang) verspätet, und deshalb wird vielleicht das Stadium des »Urmundes« eliminiert. — Sehr überzeugend weist aber der Verfasser nach, daß der erwähnte »Urmund« bei *P. capensis* mit der Einwucherungsstelle (»Blastoporus«) nichts zu thun haben kann, daß die Bildung des Ento- und Mesoderms nicht von ihm ausgeht, sondern von einem hinter ihm gelegenen Blastoporus, und daß ersterer eine später auftretende und erst sekundär mit dem Entodermrohr in Verbindung tretende Einstülpung ist.

In einem letzten Abschnitt endlich vergleicht der Verfasser die verschiedenen Embryonalhüllen der Arthropoden (»Rückenorgane« vieler Krustaceen, Amnion und seröse Hülle der Insekten, die Embryonalhüllen der Scorpioniden und die »Cuticularmembranen« der Acarinen, Araneinen und Myriapoden) mit den betreffenden Bildungen (Amnion und Nabelstrang) der westindischen *Peripatus*-Arten und versucht es, erstere auf die letzteren zurückzuführen. Und er geht noch einen Schritt weiter. Er sieht alle die erwähnten Gebilde nicht als Neubildungen, sondern als Homologa der bei mehreren Gruppen der Gliederwürmer — unter denen die Vorfahren der Arthropoden zu suchen sind — nachgewiesenen provisorischen Epidermis an, wie sie bekanntlich schon bei der niedersten Gruppe der segmentierten Würmer, den Nemertinen, vorhanden ist (*Pilidium*-Hülle) und wie sie kürzlich auch bei den Kieferegeln (*Aulastoma, Nephelis*) vom Ref. gefunden wurde. Dabei gelangt der Verfasser noch zu der Ansicht, daß die Entwickelung der Gliederwürmer nicht, wie man gewöhnlich annimmt, einfach als Metamorphose, sondern als eine Art von Generationswechsel aufzufassen sei, wobei man die Larvenform (*Pilidium, Trochosphaera*) als Amme zu betrachten habe, während die vier Keime der Nemertinen wie der Blutegel (Kopf- und Rumpfkeime, Ref.) die Knospen seien. Ich will jedoch nicht näher hierauf eingehen, weil die Darstellung dieser letzteren Ansichten nur sehr kurz und skizzenhaft ist und weil wir vielleicht gelegentlich eine nähere Ausführung und Begründung derselben vom Verfasser erwarten können.

R. S. Bergh (Kopenhagen).

Europas Antilopenarten.

Aus der gestaltenreichen Familie der Antilopen beherbergt das gegenwärtige Europa an verschiedenen Örtlichkeiten nur zwei einander sehr unähnliche Arten, die Gemse und die Steppen-Antilope oder Saïga. Die erstere, von manchen für das charakteristischste europäische Säugetier gehalten, läßt nach den fossilen Resten auf ein vieltausendjähriges Vorkommen in diesem Teil der Ostfeste schließen, hat aber doch seine Urheimat hier so wenig wie die zweite, welche in unsern Jahrhunderten weit nach Osten zurückgedrängt worden ist.

Wie die meisten Antilopenarten ist die Gemse im Gegensatz zu unsern Hirscharten, welche entschiedene Nacht- oder wenigstens Dämmer-

ungstiere sind, ein Tagtier, das nachts ruht und den Tag zur Äsung und Sonnung benutzt. Auch die Bildung und Lage des Auges scheint damit zu harmonieren, denn es ist entschieden größer als beim Reh, auch mehr nach vorn gerückt und so gestellt, daß die Blicklinie mehr nach vorn gewendet ist. Wenn manche den Gesichtssinn der Gemse deshalb nicht für besonders entwickelt hielten, weil sie den sich regungslos verhaltenden Jäger leicht übersieht, so übersahen jene selber wohl, daß man die Schärfe des Blicks zu unterscheiden hat von der Beurteilungsfähigkeit der Gesichtswahrnehmungen, und der erfahrene Gemsjäger hegt keine so geringe Meinung von der Sehschärfe dieses Tieres. Sodann war und ist zum größten Teil noch heute die Gemse ein Waldtier, das aber nicht wie Hirsch und Reh die Dickungen des Waldes bevorzugt, sondern die Blößen, auf denen es freie Umschau halten kann. Zum »echten« Alpentier, zum Grattier, hat es sich teilweise erst entwickelt im Kampf um das Dasein.

Wenn nun auch Europa seine Tierwelt nicht ausschließlich aus Asien erhielt, wie man früher annahm, so stammt doch ein großer Teil seiner gegenwärtigen Fauna von dort, und zwar empfing es denselben in der spätern tertiären oder zu Anfang der Diluvialperiode, als zwischen Sibirien und Europa ein breiter Meeresarm sich ausdehnte, der das gewaltige aralo-kaspische Becken mit dem Eismeere verband und für die landbewohnenden Tiere ein unüberwindliches Hindernis darbot. Diejenigen Tiere, die das Gebirge nicht scheuen, konnten also längs der großartigen Gebirgszüge, welche damals dies Bassin im Osten und Süden umsäumten, aus Innerasien durch Iran, den Kaukasus und Kleinasien, welches noch mit dem Ostteil der Balkanhalbinsel zusammenhing, nach den zentraleuropäischen Gebirgen bis zu den Pyrenäen und ihrem südlichen Lande gelangen. Wir werden zu ihnen diejenigen mit Recht zählen, deren Reste sich bei uns in den entsprechenden tertiären und diluvialen Schichten vorfinden und zweitens in dem Zwischenlande Transkaukasiens hausten oder jetzt noch leben. Zu dieser ältern Einwanderung, die natürlich nicht wie ein Strom der Völkerwanderung sich ergoß, sondern nach und nach, Jahrtausende hindurch stattfand, gehören Bären, Edelmarder, Luchse, Wildkatzen, Rehe, Hirsche, Bisonten, Wildschafe und die Gemsen u. a. m.

In den verschiedenen Jahrgängen des Archivs für Anthropologie finden sich diejenigen Örtlichkeiten verzeichnet, wo noch in vorgeschichtlicher Zeit die Gemsen lebten; wir entnehmen daraus, daß damals ihre Verbreitung eine größere war als gegenwärtig. In dem Maße, in welchem ihre Feinde, und in erster Reihe gehören dazu die Menschen, zunahmen und ihnen auflauerten, zogen sie sich mehr und mehr in die einsame Alpenwelt zurück. Und dem Leben in dieser, auf dem harten Gebirgsboden und in dem kältern Klima, hat das Tier sich wunderbar angepaßt. Dicke abstehende Haare umgeben den kurzen gedrungenen Leib. Unser papiernes Zeitalter verwendet das vortreffliche Leder zu Beinkleidern und Handschuhen, während der berühmte Codex Vaticanus 1209, der Codex Alexandrinus und Ephraemi Syri auf dem feinen Pergament der Kousinen der Gemse geschrieben sind. Statt des viel zierlicheren Gestelles der

südlichen Antilopen erhielt die Gemse einen starken Knochenbau, und wie die Gebirgsrassen der Rinder vor den Niederungsrassen sich durch längere Hinterbeine auszeichnen, so liegt auch bei unserm Tier die Rückenlinie nicht wagerecht, sondern steigt von den Schultern nach dem Kreuz zu etwas in die Höhe, und diese Überbauung des Hinterkörpers im Verein mit bedeutender Stärke der Schalen, deren unterer Rand sehr scharf, deren Masse ungemein hart und zäh ist, befähigt es außerordentlich zur Flucht bergan und zu fast unglaublichen Leistungen von Springfertigkeit. Während bei Antilopen und Ziegen das Gehörn an seiner Wurzel mit dem Nasenrücken und der Stirn fast in gleicher Flucht liegt, bilden die Krickeln der Gemse mit dem Kopfprofil fast einen rechten Winkel.

Die oben erwähnten Nachttiere des Waldes sind im höchsten Grade schreckhaft, ängstlich und handeln dann unüberlegt; zahme Rehe können durch Hunde völlig aus der Fassung gebracht werden, eine Gemse jedoch nicht im mindesten. Sie fällt auch nicht in planloses Laufen, sondern prüft ruhig die Sachlage und trifft danach ihre Entscheidung. Hat sich eine Ziege verstiegen, so bleibt sie hilfeschreiend stehen; findet aber die Gams keinen andern Ausweg, so macht sie entweder frei den Sprung in die Tiefe oder schurrt mit zurückgenommenem Körper, die Hinterläufe an dem Fels streifend, gleichsam schlittenfahrend die Wand hinunter.

Wie die meisten Antilopenarten liebt auch sie die Geselligkeit und bildet bedeutende Rudel, gesellt sich auch wohl, wie jene auf afrikanischem oder asiatischem Gebiet den weidenden Rindern, so hier den äsenden Ziegen zu, aber nie den Schafen, gegen welche sie eine so entschiedene Abneigung bewahrt, daß sie lieber andere Standorte aufsucht. Der Satz fällt an das Ende des Mai oder in die ersten Tage des Juni und liefert bei jungen Geißen ein Kitz, bei alten öfter zwei, sehr selten drei. Nur zwei Tage ist die Mutter in ihren Bewegungen durch das Junge gehemmt, und das ist die einzige Zeit, in welcher der Mensch sich desselben bemächtigen kann; später ist es ebenso flüchtig wie die Alte. Solche eingefangene junge Tiere werden ungemein zahm.

Wenn die Jäger der Schweiz von den Waldgemsen die Grattiere trennen, welche oberhalb der Waldgrenze leben, so beruht diese Scheidung nicht etwa auf spezifischen Unterschieden, sondern nur die Not, die stete Furcht vor den unausgesetzten Verfolgungen in jenen Zeiten, die eine Schonzeit nicht kannten, haben sie aus den behaglicheren Standplätzen im Walde wenigstens für den Sommer vertrieben. Freudenleer ist aber ihr Leben dort oben nicht. Erzählte doch einem Mitgliede des Alpenklubs ein alter Gamsjäger unweit der Präber Spitz, während er auf die glatten Furchen im Schnee abwärts und daneben auf die vielen Gemsfährten hinwies: Schauens den Schnee, der Ihn' zeigen wird, wie sich die Gamsen a Hetz (Freude) machen; sie setzen sich oben auf den Spiegel und fahren die Furchen hinunter Schlitten; unten angekommen geht's wieder hinauf und machen's wieder so.

Außer in den Alpen kommen gegenwärtig in Europa Gemsen noch vor in Dalmatien, Epirus, Macedonien, Bosnien, im östlichen Montenegro, Rumänien, Siebenbürgen, in den Karpathen und im Tatra-Gebirge. Nach dem Riesengebirge ließ Graf Czernin-Morzin auf Schloß in Marschendorf

Gemsen aus seinem Reviere bei Gastein vor einem Jahre bringen, in der Hoffnung, daß sie dort sich halten und fortpflanzen werden. An der Westgrenze unseres Erdteils begegnet man der »Isard« nicht allein in den Pyrenäen, sondern auch auf den von ihnen südlich und südwestlich gelegenen Hochgebirgsketten, und zwar noch herdenweise, wenngleich sie zu keiner Zeit geschont werden. Haben die Tiere auch hier sich den Örtlichkeiten gemäß äußerlich etwas verändert, so ist doch den spanischen keineswegs eine Artselbständigkeit zuzusprechen.

Die zweite jüngere Einwanderung nach Europa umfaßt solche Tiere, welche durch Bau und Lebensweise teils auf waldige und sumpfige Ebenen, teils auf Steppen angewiesen sind, mithin nicht die Straßen an den Hochgebirgsketten zu ziehen im stande waren. Zwischen dieser und der ersten Einwanderung liegen also Tausende von Jahren; denn erst als jener breite Meeresarm verschwunden oder wenigstens an einer Stelle durch Trockenlegung überbrückt war, konnten diese aus Asien nach Europa gelangen. Mit größter Wahrscheinlichkeit sind zu ihnen folgende zu rechnen: Riesenhirsch, Ren, Elen, vielleicht auch der Ur, das Mammut und zwei Rhinozerosarten, sodann unter den Steppenbewohnern die Saïga. Daß diese Steppen mit einer Fülle von Salzseen übersäet oder von einer kontinuierlichen Strandlinie begrenzt waren, darauf deutet u. a. auch das merkwürdige Vorkommen derselben Käferarten an den Ufern der Salzseen Mitteldeutschlands (z. B. bei Eisleben) und in Sibirien, worauf schon Herm. Schaum in der Zeitschrift für Entomologie 1843 aufmerksam machte.

Von der langhaarigen Saïga, deren knorpelhäutige, in Runzeln zusammenziehbare und durch eine Längsfurche geteilte Schnauze über die Kinnlade vorragt, entdeckten außer andern Forschern Mereschkowski Knochenreste in den Höhlen der Krim, Professor Alfred Nehring in denen Ober-Ungarns, wenn auch nur in wenigen Funden, und in Mitteldeutschland. Wenn Lartet in »la faune de Cro-Magnon« stets nur deren Hornzapfen fand, so können diese, denn die Entfernung ist nicht allzugroß, aus Deutschland im Verkehr der damaligen Völkerstämme dorthin gebracht worden sein. Sie waren damals wohl solch gesuchter Artikel wie gegenwärtig in der Mongolei die schwarzen Hörner der Orongo-Antilope.

Die Schnelligkeit der Saïga ist so bedeutend, daß es den Kirgisen zu Pferde nie gelingt, sie einzuholen, bisweilen aber ihren Hunden, besonders denen aus der Bucharei. Durch Jagen konnten also die vorgeschichtlichen Menschen sie nicht erlangen, wohl aber durch Fallen und andere Instrumente, in deren zweckdienlicher Herstellung die Naturvölker so überaus erfinderisch sind. Neugierig und zutraulich sind die Saïga, welche den Menschen mit seinen verheerenden Schußwaffen noch nicht kennen gelernt haben. Als Butakoff den Aralsee befuhr und in der Mitte desselben eine Inselgruppe entdeckte, kamen sie auf einer der größeren Inseln den landenden Matrosen und Kosaken ohne irgend welche Scheu entgegen. Je mehr nun die Steppen im Lauf der Zeiten aus Mitteldeutschland verschwanden und Wälder an deren Stelle traten, desto

mehr mußten auch die in ihnen lebenden und webenden Wesen verschwinden oder verkümmern wie manche Schläge von Wildpferden. Und dies freiwillige allmähliche Verlassen und Aufgeben des ihrer Lebensweise nicht mehr zusagenden Terrains, nicht aber völlige Ausrottung durch Menschenhand, ist wohl die Hauptveranlassung für ihr auch in neuerer Zeit beobachtetes Ausweichen aus Rußland nach Osten. Zu Güldenstädt's, Pallas' und Lepechin's Zeit, im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts, gab es noch zahlreiche Rudel am Don, am Sok, einem Nebenfluß der Wolga im Gouvernement Orenburg, und in der Jaikischen Steppe. Auch gegen Ende des vierten Dezenniums unseres Jahrhunderts traf Goebel noch viele in Südrußlands weitausgedehnten Steppen.

In früherer Zeit wurde die Saïga in Deutschland häufig als polnische wilde Ziege bezeichnet, von den eben erwähnten russischen Forschern aber als tatarische; wenn jedoch Wallace sie der »westlichen Tatarei« zuweist, so ist das ein nur im Englischen geographisch klarer Begriff.

Im Herbst sammeln sie sich zu Herden von mehreren tausend Stück, wandern dann ziemlich regelmäßig und kehren erst im Frühjahr in die früheren Standorte zurück. Ihre Nahrung bestand und besteht aus Salzkräutern, welche die von Salzquellen öfter unterbrochenen Steppen an manchen Stellen in ungeheuren Massen bedecken. Sie weiden wegen ihrer oben beschriebenen Schnauze natürlich nicht rückwärts wie die aristotelischen *ὀπισθονόμοι βόες*, noch schlürfen sie das Naß durch die Nase ein, wie der alte Geograph aus Amasia hörte (*πίνοντες τοῖς ῥώθωσιν εἰς τὴν κεφαλήν*); auch der gekünstelte Deutungsversuch Eichmann's zu Wilna in Oken's Isis 1834 möchte nicht das richtige treffen. Die Böcke treten gegen Ende November in Brunft und um die Mitte Mai setzen die Riken ein einziges, anfänglich sehr unbehilfliches Kitz. So vortrefflich das Wildbret der Gams, so schlecht ist das dieses Steppenbewohners, wird aber doch von den nicht gaumenverwöhnten Leuten gern genossen. Auch hier werden jung aufgezogene Tiere überaus zahm, folgen ihrem Herrn, fliehen vor den wilden ihres eigenen Geschlechts und kehren abends freiwillig in den Stall zurück. Sogar durch Flüsse sollen diese Antilopen schwimmen, wenn auch nicht in dem Grade wie Serpa Pinto's Quichôbo, oder gar wie Otto Kuntze's Seetiger. — Klug, nachdenkend, überlegend sind die Gemsen, aber Schreckhaftigkeit, daraus entspringendes unsinniges Benehmen und Geistlosigkeit kennzeichnen diese Steppenantilope.

Hamburg. Dr. B. Langkavel.

Über die Entstehung der Bienenzellen.

Nachstehendes soll dazu dienen, den Leser mit dem Inhalt einer sehr wertvollen Schrift von Dr. Karl Müllenhoff bekannt zu machen, die den Titel führt: »Über die Entstehung der Bienenzellen« (Bonn, E. Strauss, 1883. 30 S. 8⁰. S.-A. aus Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XXXII) und deren Hauptverdienst darin besteht, den wissenschaftlichen Nachweis geführt zu haben, daß der so viel bewunderte Bau der

Bienenwabe im wesentlichen rein mechanischen Ursachen seine Entstehung verdankt.

Zum Verständnis des Folgenden wird es gut sein, kurz an die Formen der Zellen zu erinnern, welche in einer Wabe auftreten.

Diejenige Zellform, welche am häufigsten vorkommt, besteht aus einem geraden sechsseitigen Prisma mit regulärer Basis, welches durch drei kongruente Rhomben geschlossen wird. Was die Seitenkanten betrifft, so besitzt eine solche Zelle deren drei kürzere und drei längere.

Oben und an den Seiten, wo die Wabe mit den Wandungen des Bienenstockes zusammenhängt, treten anders gestaltete Zellen auf. Es sind dies die sogenannten Heftzellen. Sie stellen fünfseitige Prismen dar, welche entweder durch zwei kongruente Paralleltrapeze oder durch zwei kongruente Paralleltrapeze und einen Rhombus geschlossen sind.

Eine dritte Sorte von Zellen im Verbande der Wabe sind die sogenannten Übergangszellen. Sie zeigen sich regelmäßig da, wo die Bienen vom Bau der kleineren Arbeiterinnenzellen zu dem der größeren Drohnenzellen übergehen oder umgekehrt. Ihre Größe und Form ist sehr variabel.

Müllenhoff gibt zunächst in der genannten Schrift einen historischen Überblick über die wichtigsten Arbeiten, welche vor ihm über unseren Gegenstand erschienen sind.

Der erste, der an eine wissenschaftliche Untersuchung der Bienenzelle herantrat, war jetzt vor 1500 Jahren Pappus. Dieser Philosoph und Mathematiker fand, daß von allen möglichen Säulen mit gleichem Inhalt, welche ohne Lücken aneinander passen, die regelmäßige sechsseitige Säule diejenige ist, welche mit dem geringsten Aufwande von Material gebaut werden kann. Es war dies Resultat für ihn die Veranlassung, den Bienen ein eminentes mathematisches Verständnis zuzuschreiben. — Erst 1500 Jahre nach Pappus wurde durch Réaumur, dem wir so viele Aufklärungen in bezug auf das Leben der Insekten verdanken, auch diese Frage wieder angeregt. In seinem Auftrage mußte der Mathematiker König untersuchen, durch welches geometrische Gebilde die regelmäßige sechsseitige Säule der Bienenzelle geschlossen werden müsse, damit bei konstantem Inhalt möglichst wenig Wachsmaterial verbraucht werde. Das Resultat der König'schen Berechnungen war: der Verschluß einer solchen Säule, wenn er durch drei kongruente Rhomben gebildet wird, erreicht dann sein Flächenminimum, wenn jeder dieser Rhomben an dem Punkte, wo sie sich schneiden, einen Winkel von 109^0 26′ bildet. Dieselbe Größe des Rhombenwinkels war bereits im Jahre 1712 durch Messung an der Bienenzelle von Maraldi gefunden worden. Diese Übereinstimmung der Theorie mit der Wirklichkeit war für Réaumur ein neuer Beweis für die hervorragende mathematische Begabung der Bienen. Infolge höherer Inspiration haben sich diese Tiere nach ihm diese Minimumflächen ausgeklügelt, um so möglichst wenig Wachsmaterial verbrauchen zu müssen.

Von Wichtigkeit ferner sind die Untersuchungen Huber's; derselbe steht aber ebenfalls auf dem Standpunkt seiner Vorgänger. Eine komplizierte Verstandesthätigkeit der Bienen ist es für ihn, welche den Bau der Wabe bedingt.

Anders gestaltet sich schon die Sache bei KLÜGEL in Helmstädt. Aus der Regelmäßigkeit der Bienenwabe und speziell daraus, daß die darin vorkommenden Flächen alle unter einem Winkel von 120° zusammenträfen, schloß er, daß die Biene zur Konstruktion ihres Baues nur die Kenntnis eines Winkels von 120° nötig habe. Diese Auffassung ist deshalb sehr interessant, weil hierin der erste Versuch liegt, die Kompliziertheit der Erscheinung auf eine einzige Ursache zurückzuführen.

Alle bisher erwähnten Forscher suchten die Ursache des wunderbaren Wabenbaues mehr oder weniger in der Verstandesthätigkeit der Biene. Von dieser Auffassung grundverschieden ist diejenige BUFFON's. Er war der erste, welcher den genialen Gedanken aussprach, daß rein mechanische Ursachen die regelmäßige Form der Wabe herbeiführen. Wie Erbsen, welche man in einem dicht verschlossenen Gefäß mit wenig Wasser quellen läßt, einfach durch den gegenseitigen Druck sechseckig werden, so sucht jede Biene im gegebenen Raum möglichst viel Platz zu gewinnen, und weil ihr Körper cylindrisch ist, so müssen ihre Zellen aus eben dem Grunde des gegenseitigen Hindernisses sich sechseckig gestalten. — Ist nun auch damit im wesentlichen das Richtige getroffen, so ist BUFFON's Erklärung doch keineswegs vollständig (die Gestalt des Bodens der Bienenzelle berücksichtigt er gar nicht), und vor allem ist dieselbe nichts als ein Vergleich, eine Darstellung im Lichte einer bekannten Erscheinung, sie gibt die beim Wabenbau wirkenden Ursachen nicht an.

Es konnte nicht ausbleiben, daß sich auch DARWIN bei seinen umfassenden Studien mit unserem Problem beschäftigte. Seiner Deszendenztheorie gemäß sucht er die komplizierte Bienenwabe aus den einfacheren Bauten der Meliponen und Hummeln herzuleiten. Er verfällt dabei aber in den Fehler seiner meisten Vorgänger, daß er der intellektuellen Seite der Biene zuviel Gewicht beilegt. Immerhin bleibt ihm aber das große Verdienst, die Bauten der Bienen, Meliponen und Hummeln in Zusammenhang gebracht zu haben.

Hiermit geht M. zu seinen eigenen Untersuchungen über, welche, ein Muster von naturwissenschaftlicher Methode, vor allem das Prinzip verfolgen, Einseitigkeit zu vermeiden und alle nur möglichen beim Bau der Wabe in Betracht kommenden Faktoren in bezug auf ihren Wert zu prüfen.

Das Natürlichste war, daß zunächst das Material, aus welchem die Wabe hergestellt wird, genauer untersucht wurde, ein Punkt, den jedoch die bisherigen Erklärungsversuche fast ganz außer acht gelassen haben. Das Wachs ist nun zwar in der Kälte sehr spröde; allein bei der im Bienenstocke während der Bauthätigkeit herrschenden Temperatur von 27 bis 37° C. wird es weich und biegsam, beinahe flüssig, hat aber zugleich eine bedeutende Kontraktilität; dünne Wachsplättchen verhalten sich ganz ähnlich wie Kautschukhäutchen.

Sodann mußte die schwierige Aufgabe in Angriff genommen werden, die Bildung der Wabe selbst genau in ihren einzelnen Momenten zu verfolgen. Es werden dabei drei Phasen ins Auge gefaßt: 1) die Bildung des Zellbodens vermittelst dreier kongruenter Rhomben und kurzer

Prismenseiten, 2) die Vergrößerung der Prismenseiten zu ihrer vollen Länge, 3) die Füllung und Deckelung der Zellen.

Was den ersten Punkt betrifft, so besteht die erste Anlage der Wabe aus einer geradlinigen Wachsleiste, welche von den Bienen an der Decke ihrer Behausung durch Aneinanderkleben von Wachsklümpchen befestigt wird. Den dabei beschäftigten Bienen wird die Arbeit dadurch erleichtert, daß sie von dem zu einem traubenförmigen Gebilde zusammengescharten Volke getragen und gestützt werden. Von der genannten Leiste aus schreitet nun der Bau der Wabe fort.

Die Zellen der ersten Reihe auf jeder Wabenhälfte, welche sich an der Decke befinden, haben, wie schon erwähnt, eine von dem Gros verschiedene Gestalt. Statt sechseckig zu sein, stellen sie fünfseitige Prismen dar, die entweder von zwei Paralleltrapezen oder von zwei Paralleltrapezen und einem Rhombus geschlossen werden. Wir wollen diese abweichenden Formen zunächst außer acht lassen und uns zur Entstehung der sechsseitigen Zellen wenden.

Wenn die Bienen an diesen arbeiten, so drängt jede von ihnen mit ihrem Kopfe in das Intervall, welches sich zwischen den Köpfen dreier auf der anderen Seite der Wabe arbeitender Bienen bildet. Getrennt sind die Tiere durch das Wachs, welches zur Aufführung der Mittellamelle herangeschafft wird. Die einzelne Biene, die in der genannten Lücke arbeitet, und diejenigen, welche in ihrer Nähe beschäftigt sind, versetzen nun unter Beihilfe der im Stock herrschenden Temperatur durch den mit ihren Kiefern ausgeübten Druck das Wachsmaterial in denjenigen dünnhäutigen Zustand, wo es die leichte Verschiebbarkeit seiner Teilchen und die Kontraktilität annimmt.

Als Substanz von diesen Eigenschaften ist das Wachs eigentümlichen Molekularwirkungen unterworfen, die zuerst der Physiker Plateau näher untersucht hat. Er fand für so geartete Flüssigkeiten: 1) an einer flüssigen Kante schneiden sich nicht mehr als drei Häutchen, und diese bilden unter sich gleiche Winkel (120^0); 2) wenn sich im Inneren einer Figur flüssige Kanten schneiden, so sind es immer vier und diese bilden unter sich gleiche Winkel.

Diese beiden Gesetze reichen hin, die Entstehung des Zellbodens und kurzer Prismenseiten zu erklären. Zwischen den arbeitenden und sich drängenden Bienen quillt Wachs hervor, dadurch bilden sich nach und nach um jede Biene sechs kurze Flüssigkeitskanten, zwischen denen sich die Anfänge der sechs Prismenseiten zeigen. Zu gleicher Zeit entstehen aber auch die drei Rhomben, von denen die einzelne Zelle geschlossen wird. Jede dieser Figuren bildet sich dadurch, daß sich das Wachs vor dem Kopf einer jeden Biene zwischen je zwei kurzen Prismenseiten der einen und zwei kurzen Prismenseiten der anderen Wabenhälfte zu einem Häutchen ausspannt. Die Bildung der gleichstarken Kanten und Flächen an und in der Mittellamelle vollzieht sich dabei nach den rein physikalischen Gesetzen, wie sie Plateau aufgestellt hat. Um dies im einzelnen noch deutlicher hervortreten zu lassen, geben wir im folgenden die Müllenhoff'sche Beschreibung dieser Lamelle. »Die sämtlichen in der Mittellamelle zusammenstoßenden Flächen stoßen unter

Winkeln von 120° zusammen. Die Ecken der Mittellamelle sind in drei parallele Ebenen geordnet und von zweierlei Art. In den Ecken der einen Art, die in der Mittelebene der ganzen Wabe liegen, berühren sich die langen Prismenkanten der einen Wabenhälfte mit den in ihrer Verlängerung liegenden langen Prismenkanten der anderen Wabenhälfte und ebenso berühren sich in diesen Punkten je drei Rhombenseiten der einen Zelle mit drei in ihrer Verlängerung liegenden Rhombenseiten von Nachbarzellen. Diese von je zwei Kanten gebildeten Linien durchkreuzen sich unter Winkeln von 70° 32′. Die Ecken der anderen Art liegen in zwei der Mittelebene parallelen und von ihr in gleichen Abständen stehenden Ebenen. Diese Ecken sind die höchsten Punkte der Zellen der einen, die tiefsten Punkte der Zellen der anderen Wabenhälfte. In ihnen berührt sich eine kurze Prismenkante mit drei Rhombenseiten, wobei sie sich unter Winkeln von 109° 28′ schneiden. Die Anordnung der Wachsplatten, welche in der Mittellamelle zusammenstoßen, läßt sich hiernach in der Art formulieren: 1) in einer Kante schneiden sich jedesmal drei Häutchen und diese bilden unter sich gleiche Winkel; 2) in den Endpunkten der kurzen Prismenseiten vereinigen sich jedesmal vier Kanten unter dem Winkel von 109° 28′; 3) in den Endpunkten der langen Prismenseiten durchschneiden sich jedesmal vier Kanten unter dem Winkel von 70° 32′. Diese Eigenschaften entsprechen also für die Rhombenflächen genau den Gesetzen, welche Plateau für seine Gleichgewichtsfiguren gefunden hat.«

Wir hatten bisher die Heftzellen von unserer Betrachtung ausgeschlossen. Es ist jetzt aber leicht einzusehen, daß auch ihr Boden sich nach denselben physikalischen Gesetzen bildet wie der der regelmäßigen sechsseitigen Zellen. Nur muß man dabei beachten, daß die längs des oberen Rahmens aufgestellten und sich entgegenarbeitenden Tiere einander in der Weise ausweichen, daß jedes einzelne mit dem Kopfe in die Lücke zwischen zwei entgegenkommende hineindrängt; erst von der zweiten Reihe an wird jede neu hinzukommende Biene nach unten abgedrängt, so daß sie mit ihrem Kopfe gegen die Mitte zwischen drei gegenüberstehenden stößt.

Sind die Zellböden und die Anfänge der Prismenseiten angelegt, so kommt es darauf an, den Zellen ihre gehörige Länge zu geben. Zu dem Ende wird neues Wachs auf den hervorstehenden Rändern der Prismenseiten befestigt und durch Druck und Wärme so plastisch gemacht, daß es mit dem schon vorhandenen Material in eine Masse zusammenfließt und die Form der begonnenen Zelle fortsetzt. Durch Wiederholung dieses Vorganges wächst allmählich die Länge der Zelle bis zu derjenigen Größe, die ihr nach der Breite zukommt.

Nach dem, was wir in vorstehendem gesagt haben, ist klar, daß die entstehende Wabe ein sehr zartes Gebilde ist, dessen Elemente sich verziehen und verzerren lassen werden. Hieran muß man denken, wenn man sich die Entstehung der sogenannten Übergangszellen erklären will. Es sind dies wie schon erwähnt Zellen, die immer da auftreten, wo die Bienen vom Bau der kleineren Arbeiterinnenzellen zu dem der größeren Drohnenzellen übergehen oder umgekehrt. Wären die Zellen der Wabe

nach ihrer Fertigstellung starr und spröde, so könnten z. B. die Drohnenzellen an die Arbeiterinnenzellen nicht angeschlossen werden, ohne daß sich leere Zwischenräume bildeten. Nun aber sind die einzelnen Zellen verzerrbar und die Kohäsion des Wachses verhindert jede Bildung eines leeren Raumes. Daher sind die Übergangszellen nichts anderes als regelmäßige Zellen, die eine nachträgliche Deformation erlitten haben.

Wir kommen jetzt zur dritten Phase im Bau der Wabe, zur Füllung und Deckelung der Zellen. Für die Honigablage werden sowohl Arbeiterinnen- als auch Drohnenzellen verwendet. Die Füllung geschieht dabei in der Weise, daß zunächst eine Biene durch andauerndes Belecken eine kleine Stelle am Zellboden befeuchtet und dann einen Honigtropfen darauf drückt. Andere Bienen vermehren nun diese Masse und schaffen so lange Honig herbei, bis die Zelle beinahe ganz gefüllt ist. Soll dieser Honig für spätere Zeiten aufbewahrt werden, so wird die Zelle mit einem Deckel versehen. Müllenhoff hat in bezug auf diesen Fall die sehr wichtige Entdeckung gemacht, daß die Bienen vor dem Schließen der Zelle einen Tropfen Ameisensäure aus ihrer Giftdrüse in den Honig entleeren. Der Grund, welcher die Bienen zu diesem Verfahren veranlaßt, ist noch nicht genau festgestellt. M. hat aber später durch den Versuch gefunden, daß der Honig aus gedeckelten Zellen, d. h. also der mit Ameisensäure versetzte ungleich besser der Gährung widersteht als der aus ungedeckelten Zellen, der diese Säure nicht enthält; und da anderseits schon Jodin und Erlenmeyer die außerordentlich energische antiseptische Wirkung der Ameisensäure festgestellt haben, so ist es offenbar mehr als wahrscheinlich, daß der Zusatz des Gifttröpfchens in der That den unmittelbaren Zweck hat, den Honig vor Verderbnis zu bewahren. Die Deckelung der Honigzelle wird übrigens in der Weise vollzogen, daß auf die Prismenseiten des beinahe gefüllten Raumes neues Wachs aufgetragen und darauf durch Zusammenbiegen der Zellenränder die Zelle zunächst halb geschlossen wird. Alsdann wird dieselbe ganz gefüllt und durch Vervollständigung des Deckels ringsum geschlossen.

In ähnlicher Weise geschieht die Deckelung bei den Zellen, welche zur Brut verwendet werden. Die Königin benutzt zur Eiablage außer den sechseckigen Zellen die sogenannten Weiselwiegen. Es sind dies cylindrische dickwandige Zellen, die außerhalb des Verbandes der übrigen angebracht sind. Das Ei, welches die Weiselwiege aufnehmen soll, wird zu einer Zeit darin befestigt, wo die Zelle höchstens ein Drittel ihrer vollen Größe erreicht hat. Dies geschieht deswegen so früh, weil die Höhlung der fertigen Zelle zu lang wäre, als daß der Hinterleib der Königin das Ei am Boden befestigen könnte. Anders verhält es sich in dieser Beziehung mit den Arbeiterinnen- und Drohnenzellen. Diese kann die Königin zur Eiablage benutzen, auch wenn sie ihre volle Größe erreicht haben. Hiermit soll freilich nicht gesagt sein, daß diese Zellen nicht auch im unfertigen Zustande zur Brut verwendet werden. Bei hoher Temperatur und reichlichem Futter kommt es häufig vor, daß es der Königin an fertigen Zellen für ihre Eier fehlt. Dann bringt sie diese in ganz kurzen, eben erst begonnenen Zellen unter und die Prismenseiten werden, ähnlich wie bei den Weiselwiegen die Cylinderwände.

nachträglich von den Arbeiterinnen bis zur normalen Länge erhöht. Die Deckelung aller dieser Brutzellen geschieht in dem Moment, wo die in ihr enthaltenen Larven ihre volle Größe erreicht haben und sich einpuppen.

Der Pollen wird ausschließlich in Arbeiterinnenzellen untergebracht. Die ersten Mengen werden mit Hilfe eines Honigtropfens an den Zellboden befestigt. Darauf wird die Zelle entweder ganz mit Blütenstaub oder zum Teil hiermit und zum Teil mit Honig gefüllt. Und zwar liegt im letzteren Falle die Honigschicht nach außen, so daß sie den Pollen vor Verderbnis schützt.

Mit dem vorstehenden haben wir das Wesentliche der Müllenhoff'schen Theorie gegeben. Klar und scharf läßt sie hervortreten, was bei der Bildung der Bienenwabe auf die Thätigkeit der Tiere, was auf die Molekularwirkung des plastischen Materials zurückzuführen ist. »Die Bienen liefern die Maße für die Größe der Prismen (durch ihre Köpfe), den Druck und die Temperatur, um das Material im höchsten Grade plastisch zu machen. Dagegen ist die Anordnung des Materials zu Häutchen gleicher Stärke, die vollkommene Ebnung der Wände sowie die Entstehung der Winkel ausschließlich der Kontraktilität des Materials zuzuschreiben.«

Hiermit wird natürlich die Intelligenz der Biene, von der man früher eine so hohe Meinung hatte, auf ein sehr bescheidenes Maß herabgedrückt. Die einzelne Biene ist, wie M. am Schluß seiner Theorie des nähern ausführt, nur fähig, in dicken Wachsmassen cylindrische Zellen mit halbkugeligem Boden hervorzubringen. Durch den Versuch bestätigt sich diese Ansicht, wenn man in dem Bienenstock eine dicke Wachsplatte anbringt, ein Versuch, den bereits Darwin ausgeführt hat. Jede einzelne Biene arbeitet dann in dem vor ihr befindlichen Material ein halbkugeliges Loch, welches sie nach und nach zu einem sie umgebenden Cylinder verlängert. Auch die unförmlichen Weiselwiegen geben uns ein Bild von der Thätigkeit der Bienen, wenn sie isoliert arbeiten und ihnen die Eigenschaften des plastischen Materials nicht zur Seite stehen; dieselben sind uns ebendeshalb wertvoll als Beweis gegen die Kunstfertigkeit und für die Wirkung mechanischer Ursachen bei der Entstehung der sechseckigen Zellen.

Wie Darwin versucht hatte, die Zellen der Bienen mit denen der übrigen Hymenopteren in Zusammenhang zu bringen, so dehnt auch M. seine Untersuchungen auf die Entstehung der Bauten der Meliponen, Hummeln und Wespen aus. Mit einigen Modifikationen gelingt es ihm, auch die Zellformen dieser Tiere aus seiner Theorie herzuleiten. Von ganz besonderem Interesse erscheint uns aber der Nachweis, daß nicht etwa, wie man gewöhnlich annimmt, die Gestalt der Bienenzellen von der Körperform der Bienen abhängt (bei der Plastizität ihres Materials müßten die Zellen sehr bald ihre heutige Form annehmen, auch wenn die Biene einen genau kugeligen oder einen spitzkegelförmigen Körper besäße), sondern daß vielmehr bei Meliponen, Bienen und Wespen die Gesamtform des Körpers, namentlich auch seine Größe, sehr wohl durch die einmal angenommene Anordnungsweise der Zellen bedingt sein

kann. Dies beweisen vor allem die bedeutenden Unterschiede in der Größe der Drohnen. Am größten werden dieselben in weisellosen Stöcken, weil hier die eierlegenden Arbeiterinnen nicht Zelle für Zelle mit einem Ei belegen, wie es die Königin thut, sondern dazwischen viele leer lassen, so daß die sich entwickelnden Larven die Seitenwände ihrer Zellen nach auswärts auszudehnen im stande sind. Normale Größe erlangen sie in regelmäßig gebauten, geschlossen aneinander stehenden und nicht allzu-oft schon benutzten Drohnenzellen; mindergroße entstehen, wenn eine Königin während des Legens von Arbeiterinneneiern plötzlich (z. B. wegen Mangels an Samen) die Eier nicht mehr zu befruchten vermag, so daß nun in zahlreichen dicht geschlossen stehenden Arbeiterinnenzellen Drohnen zur Entwickelung kommen: dem gegenseitig aufeinander ausgeübten seitlichen Drucke entsprechend werden dieselben auffallend dünn, jedoch normal lang, sofern die Arbeiterinnen diese ihre Zellen hochgewölbt gedeckelt hatten (»Buckelbrut«). Mußten dieselben aber wegen geringer Breite der Gassen flach gedeckelt werden, so schlüpfen ganz kleine Drohnen aus. — Ähnlich wirkt das Zellmaterial gewiß auch auf andere Formen ein. So haben ja in der That die in einzeln stehenden Hüllen von feiner Seidenhaut sich ausbildenden Hummeln eine kugelige Körpergestalt; die Meliponen, die ihre Wachszellen zu einschichtigen Waben zusammenfügen, bekommen eben dadurch ihren längeren Körper; die Wespen endlich, deren papierene Hüllen leichter in die Länge als in die Breite ausgedehnt werden können, zeigen eine entsprechend langgestreckte Form.

Es konnte nicht ausbleiben, daß diese grundlegende Schrift Müllenhoff's in den beteiligten Kreisen ein gerechtes Aufsehen erregte. Obgleich nun der größere Teil der Leser Müllenhoff's Verdienst in gebührender Weise würdigte, so hat es doch nicht an Versuchen gefehlt, dasselbe zu schmälern und zu verkleinern.

Wir wollen hier nur einen Artikel besprechen, der den Zweck hat, unserem Autor die Priorität seiner Theorie streitig zu machen. In der illustrierten Bienenzeitung (Nr. 7, Zürich 1884) behauptet nämlich Prof. Joh. Kriesch, daß Dr. Reclam bereits im Jahre 1858 die Müllenhoff'sche Theorie veröffentlicht habe. Es ist wohl nicht anzunehmen, daß Kriesch die Originalarbeit unseres Forschers gelesen hat, denn sonst hätte er die Reclam'schen Ausführungen nicht für identisch mit den Müllenhoff'schen erklären können.

Reclam führt in einem Artikel, der sich im »Kosmos« vom Jahre 1858 findet, im wesentlichen ungefähr folgendes aus. Die Ursache für die Entstehung der sechsseitigen Zelle liegt nicht im Instinkte der bauenden Bienen, sondern darin, daß viele Bienen zu gleicher Zeit nebeneinander in ein und derselben Ebene ihre Zellen von ziemlich gleichen Dimensionen, der Größe ihres Körpers entsprechend, verfertigen, und daß sich infolgedessen die Wände derselben abplatten, wo die Zelle eines Nachbars an sie stößt. Mit bloßem Auge sehen wir, fährt er ungefähr fort, eine ähnliche Erscheinung an Seifenblasen, die durch Einblasen in das Seifenwasser in großer Anzahl dicht nebeneinander liegend gebildet werden. Eine einzelne freie Seifenblase zeigt eine abgerundete Gestalt. Wenn aber viele Blasen auf einem kleinen Raum zusammen-

gedrängt sind, so plattet sich die Kugelform ihrer Wände durch gegenseitigen Druck ab und nimmt auf dem Durchschnitt bei der Mehrheit derselben diejenige Form an, welche am geeignetsten ist, kleine Körper, die nicht gerade mit mathematischer Genauigkeit in Reihen nebeneinander gelegt sind, ohne Lücken und Zwischenräume miteinander zu vereinigen, nämlich ein Sechseck. Reclam vergleicht auch die sechseckigen Bienenzellen mit denen des Pflasterepithels und führt die hier wie dort gelegentlich vorkommenden Unregelmäßigkeiten auf ungleichen Druck zurück.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß es Reclam nur darauf ankam, die Form des senkrechten Querschnitts der Bienenzellen zu erklären; dagegen findet sich bei ihm kein Wort über die Entstehung der so wichtigen Mittellamelle. Reclam hat also im Grunde nichts weiter gethan, als was Buffon schon vor 100 Jahren durch seinen Vergleich mit den Erbsen erreicht hatte. Damit dürfte Kriesch's Angriff hinreichend abgewehrt sein.

Berlin. P. Bott.

Botanik.

Über die gegenseitigen Beziehungen der nordgrönländischen und spitzbergischen Phanerogamenflora.

Die große Bedeutung der Erweiterung unserer Kenntnisse von der lebenden arktischen Flora liegt nicht einzig oder auch nur in erster Linie in dem Wert, der jeder neugewonnenen Erkenntnis zukommt. Ihr Wert ist allgemeiner, indem einzig die möglichst vollständige Kenntnis der hochnordischen Flora unsere Vermutungen über die Wanderungen der Flora in der Quartärzeit auf den richtigen Weg zu weisen vermag. Im speziellen ist schon wiederholt die Frage aufgeworfen worden, ob man einen direkten Austausch der Florenelemente zwischen Spitzbergen und Grönland annehmen dürfe oder ob von einander unabhängige Straßen diesen beiden hochnordischen Ländern ihren heutigen Pflanzenschmuck zugeführt haben.

Das Material, dessen wir zur Beantwortung dieser Frage bedürfen, finden wir in folgenden Abhandlungen und Verzeichnissen:

1) Die schwedischen Expeditionen nach Spitzbergen und Bären-Eiland, ausgeführt in den Jahren 1861, 1864 und 1868 unter Leitung von O. Torell und A. E. Nordenskjöld.

2) Warming, Über einige in den letzten Jahren gewonnene Resultate in der Erforschung der Flora von Grönland; in Engler's Bot. Jahrb. I. Bd. 1881.

3) Joh. Lange, Studien über Grönlands Flora, in Engler's Bot. Jahrb. I. Bd. 1881.

4) Nathorst, Studien über die Flora Spitzbergens, in Engler's Bot. Jahrb. IV. Bd. 1883.

5) Nathorst, Notizen über die Phanerogamenflora Grönlands im Norden von Melville Bay, in Engler's Bot. Jahrb. VI. Bd.

Das älteste Verzeichnis der spitzbergischen Gefäßpflanzen, welches auf einige Vollständigkeit Anspruch erheben kann, ist die im erst citierten Werke niedergelegte Übersicht von Malmgren. Dieselbe umfaßt hundert Spezies, die sich auf folgende Familien verteilen:

Filices	1	Polygoneae	3	Saxifrageae	11
Lycopodiaceae	1	Empetreae	1	Rosaceae	5
Equisetaceae	2	Ericeae	1	Caryophylleae	12
Gramineae	19	Scrofularineae	1	Cruciferae	18
Cyperaceae	6	Polemoniaceae	1	Papaveraceae	1
Juncaceae	3	Asperifoliaceae	1	Ranunculaceae	6
Salicineae	2	Compositae	5		

Durch spätere Expeditionen wurde diese Zahl noch um einige Spezies vermehrt. Die Ausbeute des durch seine Untersuchungen über die Glazialpflanzen rühmlichst bekannten schwedischen Naturforschers Nathorst hat uns wohl gegenwärtig mit allen oder nahezu allen Gefäßpflanzen des nordischen Insellandes bekannt gemacht. Ihre Zahl ist auf 122 Spezies gestiegen.

Die Zahl der grönländischen Gefäßpflanzen ist, wie bei der Lage des Landes kaum anders zu erwarten war, eine bedeutend größere. Lange, der durch seine botanischen Forschungen die Kenntnis der grönländischen Flora ganz besonders gefördert hat, gibt in seiner Übersicht über die grönländischen Gefäß-Pflanzen schon im Jahre 1877 dreihundertundsiebzig Spezies an, die sich auf folgende Familien verteilen:

Filices	13	Chenopodiaceae	1	Saxifrageae	12
Equisetaceae	4	Plantagineae	2	Crassulaceae	3
Lycopodiaceae	6	Plumbagineae	1	Portulaceae	1
Isoëteae	1	Primulaceae	2	Callitricheae	2
Coniferae	1	Lentibularieae	2	Hippurideae	1
Gramineae	44	Labiatae	1	Halorhageae	1
Cyperaceae	51	Scrofularineae	13	Onagrarieae	6
Juncaceae	15	Boragineae	1	Pomaceae	1
Colchicaceae	1	Polemoniaceae	1	Rosaceae	16
Smilacinae	1	Gentianeae	5	Papilionaceae	2
Orchideae	5	Pirolaceae	4	Alsineae	22
Typhaceae	1	Ericineae	10	Sileneae	5
Najadeae	5	Vaccineae	3	Droseraceae	1
Juncagineae	1	Campanulaceae	2	Violarieae	3
Salicineae	6	Compositae	22	Cruciferae	25
Betulineae	5	Stellatae	2	Papaveraceae	1
Empetreae	1	Corneae	1	Ranunculaceae	14
Polygoneae	7	Umbelliferae	2		

Bei einer Vergleichung mit der Spitzbergerflora darf allerdings unserem Dafürhalten nach nicht diese ganze Grönländerflora berücksichtigt werden, sofern wir wenigstens nur eine Parallele zwischen gleichwertigen Teilen ziehen wollen. Führt doch schon Lange nicht weniger als 118 Spezies, d. h. einen Dritteil der ganzen Flora an, welche nicht über den 67. Breitegrad nordwärts gehen.

Nathorst gibt uns in seinen Notizen über die Phanerogamenflora Grönlands nördlich von Melville Bay ein Verzeichnis von Gefäßpflanzen, das allerdings bedeutend spärlicher als das von Lange, aber gerade für unsere Zwecke dienlich ist, indem es einen direkten Vergleich mit der Spitzbergerflora zuläßt. Stammen doch diese Pflanzen aus einem unter annähernd gleicher geographischer Breite gelegenen Gebiet. Dasselbe umfaßt 88 Spezies, ist also, trotzdem eine Einwanderung aus dem pflanzenreicheren südlichen Gebiete möglich wäre, um 28 Spezies ärmer als die Phanerogamenflora Spitzbergens. Es verteilen sich diese Arten auf folgende Familien:

Gramineae . .	16	Ericineae . . .	4	Rosaceae . . .	9
Cyperaceae . .	7	Scrofularineae .	5	Caryophylleae .	8
Juncaceae . .	4	Campanulaceae .	1	Cruciferae . .	12
Salicineae . .	2	Compositae . .	3	Papaveraceae .	1
Polygoneae . .	2	Saxifrageae . .	8	Ranunculaceae .	4
Empetreae . .	1	Onagrarieae . .	1		

Die Zahl der Spitzbergerphanerogamen, welche der Flora von Grönland nördlich von Melville Bay fehlen, ist nun erheblich größer, als die Speziesdifferenz vermuten ließe. Es sind folgende Arten:

Gramineae.

Festuca rubra L. f. *arenaria* Orb.
Poa stricta Lindeb.
„ *abbreviata* R. Br.
Glyceria Vahliana Th. Fr.
„ *Kjelmani* Lange.
Catabrosa concinna Th. Fr.
Arctophila effusa Lange.
Dupontia Fisheri R. Br.
Aira alpina L.
Calamagrostis stricta T.

Cyperaceae.

Carex pulla Good.
„ *salina* Wg.
„ *ursina* Desv.
„ *lagopina* Wg.
„ *gloreosa* Wg.
„ *incurva* Lightf.
„ *rupestris* All.

Juncaceae.

Luzula Wahlenbergii Rupr.
Juncus castaneus Lu.
„ *triglumis* L.

Colchicaceae.

Tofieldia palustris Huds.

Salicineae.

Salix polaris Wg.
„ *reticulata* L.

Betulineae.

Betula nana L.

Polygoneae.

Koenigia islandica L.

Gentianeae.

Gentiana tenella L.

Ericineae.

Andromeda hypnoides L.

Compositae.

Erigeron uniflorus L.
Petasites frigida Tr.
Taraxacum phymatocarpum Vahl.

Asperifoliaceae.

Mertensia maritima DC.

Saxifrageae.

Saxifraga hieracifolia Wahl.
„ *Hirculus* L.
„ *aizoides* L.

Rosaceae.

Rubus Chamaemorus L.
Potentilla multifida L.

Caryophyllaceae.

Arenaria ciliata.
Helianthus peploides Tr.
Alsine Rossii Feuz.
„ *biflora* Wg.
Sagina nivalis Tr.

Cruciferae.
Matthiola nudicaulis Tr.
Cardamine pratensis L.
Arabis alpina L.
Entrema Edwardsii R. Br.
Draba oblongata R. Br.
" *altaica* Bunge.

Ranunculaceae.
Ranunculus glacialis L.
" *Pallasii* Sch.

51 Spitzbergerphanerogamen, d. h. 43,96 % der sämtlichen Phanerogamen Spitzbergens fehlen in den entsprechenden Breitegraden Grönlands. Allerdings ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die Übersicht, die uns Nathorst von den nordgrönländischen Pflanzen gibt, noch etwas lückenhaft ist. Es mag diese Vermutung dadurch noch besonders gestützt werden, daß ein großer Teil der oben verzeichneten Pflanzen auch in südlicher gelegenen grönländischen Regionen sich findet. Doch die Thatsache ist deshalb nicht minder auffallend, wenn wir bedenken, daß bei der Sorgfalt, die Nathorst's Untersuchungen anhaftet und die sich im vorliegenden Fall unter anderm darin zeigt, daß er in Nordgrönland drei Spezies (*Pedicularis capitata, Hesperis Pallasii* und *Pleuropogon Sabinei*) entdeckte, die aus andern Teilen Grönlands noch nicht bekannt waren, kaum an solche Lückenhaftigkeit des Verzeichnisses gedacht werden kann, daß durch spätere Forschungen diese Unterschiede des Florenbestandes wesentlich verringert würden. Es ist frappierend, daß viele Arten in Grönland, trotzdem wohl nicht eine erhöhte Ungunst klimatischer Verhältnisse angenommen werden kann, weniger weit nach Norden gehen, als dies einige Grade weiter östlich der Fall ist.

Berücksichtigen wir nicht nur Nordgrönland, sondern die bekannte Phanerogamenflora der ganzen Halbinsel, so sind nur mehr folgende Spezies des Spitzberger Insellandes als in Grönland fehlend anzugeben:

Luzula Wahlenbergii Rupr.
Carex dioica L.
Catabrosa concinna Tr.
Salix polaris Wg.
Gentiana tenella L.
Petasites frigida L.
Chrysosplenium tetrandrum Lund.
Matthiola Pallasii.
Draba oblongata R. Br.
" *altaica* B.
Potentilla multifida L.
Ranunculus Pallasii Sch.

So erscheint also die Eigenartigkeit der Spitzbergerflora gegenüber der grönländischen um ein erhebliches verringert, indem nur noch 10,34 % als Grönland fehlend betrachtet werden können. Aber gerade dadurch gewinnt die Erscheinung wieder an Interesse, daß die Hälfte dieser angeführten Pflanzen z. B. in Norwegen sich findet und einige sogar zu den verbreiteten »arktisch-alpinen« Pflanzen zählen. So finden wir z. B. *Gentiana tenella* L. außer in Skandinavien auch in dem westlicher gelegenen Island, dann aber namentlich in östlicheren Gebieten, in Sibirien, und zwar sowohl in der arktischen Zone desselben als auch im Ural und Altai; die Pflanze gehört aber auch der amerikanischen Flora an. Dann begegnen wir ihr wieder im ganzen Gebiet der Alpen und deren östlichsten Ausläufern, den Karpathen, wie in dem westlichen Anschluß, den Pyrenäen. Inselartig erhebt sich Grönland in dem Verbreitungsgebiet der *Gentiana tenella* und bleibt unberührt von der zierlichen Pflanze. Die Eigenartigkeit der erwähnten Erscheinung wird aber noch erhöht,

wenn wir sehen, daß jene in Grönland fehlenden spitzbergischen Pflanzen durchaus nicht alle zu den seltenen Bürgern der Spitzbergerflora gehören, daß einige vielmehr geradezu gemein sind. So ist *Salix polaris* eine sehr häufige Pflanze auf Spitzbergen, *Draba oblongata* R. Br. und *Draba altaica* Ledeb. desgleichen, und um eine andere Eigentümlichkeit zu berühren, die von den Pflanzengeographen stets viel zu wenig berücksichtigt wird: wir sehen zwar *Draba alpina* in beiden Gebieten verbreitet; aber während sie auf Spitzbergen ungemein häufig ist, gehört sie zu den seltenen grönländischen Pflanzen. Ein gleiches läßt sich von dem zierlichen Polster der *Silene acaulis* L. sagen und muß uns da um so eigentümlicher berühren, als sie wieder eine der verbreitetsten »arktisch-alpinen« Pflanzen ist.

Das gegenseitige Verhältnis der beiden Floren werden wir allerdings erst dann recht zu würdigen wissen, wenn wir auch mit den Spezies der nordgrönländischen Flora bekannt werden, die in Spitzbergen fehlen. Es sind dies:

Gramineae.

Agrostis canina L. f. *melaleuca*.
Pleuropogon Sabinei R. Br.
Colpodium latifolium R. Br.

Cyperaceae.

Carex rigida Good.
Eriophorum vaginatum L.

Juncaceae.

Luzula spicata DC.

Salicineae.

Salix herbacea L.
„ *arctica* Pall.

Ericineae.

Vaccinium vitis Idaea L.
„ *uliginosum* L. var. *microphylla* Lge.
Pirola grandiflora Rad.

Scrofularineae.

Pedicularis Kanei D.
„ *capitata* Ad.
„ *lapponica* L.

Compositae.

Antennaria alpina L.

Saxifrageae.

Saxifraga tricuspidata Rth.

Onagrarieae.

Epilobium latifolium L.

Rosaceae.

Potentilla anserina L.
„ f. *groenlandica* Lge.
„ *Vahliana* Lehm.
„ *tridentata* Fol.
Dryas integrifolia M. Vahl.

Caryophyllaceae.

Wahlbergella triflora Fr.

Cruciferae.

Hesperis Pallasii Torr.
Vesicaria arctica R. Br.

Ranunculaceae.

Ranunculus „Sabinei affinis“ Dur.

Von 88 Spezies, die innerhalb einer Breite von 76°—80° in Grönland vorkommen, fehlen 25 Spezies, d. h. 28,5 % dem in ähnlicher Breite gelegenen Spitzbergen. Auch hier beobachten wir, daß nahezu die Hälfte dieser Spezies in Norwegen sich findet. Auch unter diesen Spezies treffen wir einige der verbreitetsten »arktisch-alpinen« Arten. Wir erinnern beispielsweise an *Vaccinium uliginosum*, welches in Sibirien im Altai und Ural und den nördlichsten Distrikten vorkommt, das sich im ganzen Alpengebiet, den Sudeten und Karpathen, aber auch in den Pyrenäen findet, das auch der skandinavischen und isländischen Flora angehört. Aber auch in Labrador, im westlichen und östlichen Teile Nordamerikas

ist es heimisch. Es ist also sein Fehlen in Spitzbergen gewiß eine höchst interessante Thatsache. Ein ähnliches Verbreitungsgebiet kommt *Salix herbacea* L., *Carex rigida* Good., *Luzula spicata* DC. etc. zu.

Anderseits beobachten wir auch hier wieder, daß unter den grönländischen Pflanzen, welche Spitzbergen fehlen, einzelne sich finden, die in hervorragendem Grade die floristische Physiognomie mitbestimmen. In erster Linie sind die beiden *Salix*-Arten, *S. herbacea* und vor allen *S. arctica* zu nennen. Aber auch andere: *Vaccinium uliginosum, Dryas integrifolia, Epilobium latifolium, Saxifraga tricuspidata, Vesicaria arctica* sind in Nordgrönland häufig. Es sind also die Unterschiede der Flora Nordgrönlands im Vergleich zu Spitzbergen noch bedeutend größer als umgekehrt. Sie sind derart, daß wir allerdings mit Sicherheit sagen können: Spitzbergen wurde mit seiner jetzigen Phanerogamenflora zur Zeit jener strahlenartigen Ausbreitung der »arktisch-alpinen« Pflanzen nicht von Grönland aus besiedelt. Es ließe sich fragen, ob nicht der umgekehrte Prozeß statthatte, indem ja auf die gesamte Flora Grönlands nur noch eine kleinere Artenzahl Spitzbergen eigen ist, die dem westlichen Nachbarland fehlt. Selbstverständlich würde diese Einwanderung allein nicht zur Erklärung des ganzen Florenbestandes Grönlands dienen, der ja den spitzbergischen um das dreifache übertrifft. Eine solche Ansicht ist wahrlich nicht a priori zurückzuweisen. Dürfte doch unter pflanzenreichen Ländern kaum eines zu finden sein, dessen Flora nicht in mehr oder minder hohem Grade ein mixtum compositum verschiedener Florenelemente darstellt. Doch auch gegen diesen Florenaustausch von Spitzbergen nach Grönland sprechen, wie Nathorst wiederholt betont, gewichtige Gründe. Weniger in dem Fehlen einiger Spezies überhaupt scheint uns der Hauptbeweis zu liegen als darin, daß unter den fehlenden manche, ich möchte sagen, Charakterpflanzen der spitzbergischen Flora sind.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Geologie.

Das Antlitz der Erde.

Unter dieser Aufschrift erschien vor kurzem die erste Abteilung eines in vier Teilen oder drei Bänden geplanten Werkes von Eduard Suess. Vorzügliche Ausstattung, feine Abbildungen, klare, saubere Kartenskizzen und andere Äußerlichkeiten laden dazu ein, von dem Buche Einblick zu nehmen.

»Von den Bewegungen in dem äußeren Felsgerüste der Erde« lautet die Aufschrift des ersten Teiles. Er handelt von der Sindflut, von den einzelnen Schüttergebieten (A. Die nordöstlichen Alpen. B. Das südliche Italien. C. Das Festland von Zentral-Amerika. D. Angaben über rhapsodische Erhebungen der südamerikanischen Westküste), von den Dislokationen (A. Durch tangentiale Bewegung. B. Durch Senkung. C. Durch Senkung und tangentiale Bewegung), ferner von den Vulkanen und endlich von der Verschiedenartigkeit der Bewegungen.

Der zweite Teil, überschrieben »Die Gebirge der Erde«, umfaßt das nördliche Vorland des Alpensystems (A. Die russische Tafel. B. Die Sudeten. C. Das fränkisch-schwäbische Senkungsfeld. D. Ries und Höhgau. E. Horste. F. Sudetische Spuren. G. Die Beziehungen des Alpensystems zu seinem nördlichen Vorlande) und die Leitlinien desselben (A. Umbeugung des Endes der Karpaten. B. Umbeugung des Endes der Apenninen. C. Die nordafrikanische Kette. D. Die betische Kordillere. E. Die Anordnung der Leitlinien).

Ein dritter Teil soll später die Veränderungen der Oberflächengestalt des Meeres erörtern, ein sehr hypothetischer Gegenstand, über welchen wir seiner Zeit vielleicht Gelegenheit finden werden, ausführlich zu referieren; denn Suess plaidiert für negative (säkulare Hebung des Landes oder Sinken des Meeres, d. i. Landgewinn) und positive Niveauveränderungen (säkulares Sinken des Landes oder Steigen des Meeres, d. i. Landverlust). Und endlich der vierte Teil, das Antlitz der Erde, soll den Inhalt des gebotenen Materiales zusammenfassen und die aus demselben erkennbaren Veränderungen mit dem allgemeinen Charakter jener Veränderungen, welche seit dem Beginne der Tertiärzeit in den Landfaunen der nördlichen Hemisphäre eingetreten sind, vergleichen.

Sicher ist das vorliegende Werk nicht für den Laien, sondern für den Fachmann geschrieben; setzt es doch eine nicht geringe Fülle von Vorkenntnissen voraus; es bietet überall Beobachtungen, und das Streben, dieselben nach ihrem Werden zu erklären, gibt dem Buch einen nachhaltigen Reiz. Suess vertritt in seinem Werke überall das mechanische Prinzip und dadurch unterscheidet es sich von den Geologien gewöhnlichen Schlages; es erhebt sich infolgedessen auf die hohe Stufe einer vergleichenden Dynamik der Erdfeste, einer Mechanik der Geologie oder einer Geoplastik.

Gerade nach dieser Seite hin hätte das Buch noch mehr Abbildungen bringen können. Umfassen doch die gebotenen zumeist ganze Gebirgszüge und weitgreifende Systeme von Leitlinien; dem Lokalbegrenzten hätten wir eine gleiche Berücksichtigung gewünscht, ein Wunsch, den Kjerulf, der für Skandinavien dieselbe Gebirgsauffassung zur Erklärung heranzieht, in ergiebigster Weise erfüllt. Während dieser Forscher von einem engbegrenzten Gebiete ausgeht und durch Summierung der Einzelfälle zur Allgemeinheit emporzudringen sucht, beginnt Suess gleich mit Arealen (vgl. russische Tafel, Sudeten, nordöstl. Alpen etc.) und erhält folglich relativ grössere Resultate. So interessant dies ist, so viel Theorie haftet aber auch an seinen analytischen Forschungen. In den Kapiteln: Ries, Höhgau, Horste etc. nähert er sich den Detailstudien.

Am wenigsten hat uns das Kapitel von der Sindflut befriedigt: als geologische Studie schmeckt sie zu sehr nach Reimen und Poesie.

Ehe wir zeigen, in welch' hochinteressanter Weise uns der Verfasser der Erde Antlitz schauen lässt, möchten wir noch zweier Umstände gedenken. 1. Wer wie wir Kapitel für Kapitel nicht bloß gelesen, sondern gewissenhaft studiert und dann einen kurzen Auszug niedergeschrieben hat, wird bestätigen, daß — obgleich in allen Abschnitten der im reichsten Maße gespendete Stoff glatt aneinandergereiht und die eingehaltene An-

ordnung am Kopfe jedes Abschnittes durch Stichworte markiert hervortrat — daß trotzdem die Bewältigung des Stoffes eine Mühe machte, die sicherlich in Wegfall gekommen, wenn das innere Band straffer um das Material geschlungen worden wäre. 2. Wir haben alle Citate bis mit Seite 310 auf ihre Autoren hin geprüft und gefunden, daß der Verfasser gegen das Ausland außerordentlich aufmerksam ist, daß dagegen unter den deutschen und österreichischen Forschern gleichen Gebietes selbst Namen ersten Ranges fehlen, wie nachstehende Probe zeigen wird. Warum unterlassen wir Deutsche, deutsche Leistung, deutsche Gründlichkeit gebührend zu würdigen?

Aus den Höhen des unermeßlichen Sternenraumes führt uns der Verfasser hernieder zu der mütterlichen Erde. Um uns ihr Antlitz zu zeigen, schiebt er den ersten Schleier beiseite, indem er den Wolkenhimmel auseinander teilt. Jetzt sehen wir die ersten Gesichtszüge der Erde, gewahren die Verteilung von Wasser und Land und bemerken, daß die kontinentalen Umrisse gegen Süden in Keile auslaufen (Cap Horn, Cap der guten Hoffnung, C. Comorin, C. Farewell in Grönland)[1]. Dabei erregt sich auch in uns die weitverbreitete Meinung, jene pyramidale Gestaltung der Festlande sei alleinige Folge einer Gleichgewichtsverschiebung, welche die Wassermassen gegen den Südpol hin anhäuft[2]. Indem wir uns der gefundenen Erklärung freuen, hebt sich der zweite, der dichte Wasserschleier von dem tiefgefurchten Antlitz unserer Erde. Wir staunen. Die Kontinente sind aus ungeheurer Tiefe verhältnismäßig jäh aufsteigende, zur weiten Fläche abgestutzte Pfeiler; dagegen bleiben die Betten der Ozeane relativ steil einfallende Riesenmulden von erschrecklicher Tiefe. Um diesen Kontrast zu fassen, gibt uns Verf. hierfür die von Carpenter berechneten Zahlenwerte[3]. Jetzt gelten die von Krümmel, auf Leipoldt gestützt, gefundenen Mittelwerte. 440 m mißt die mittlere Höhe der Kontinente und 3438,4 m die mittlere Tiefe der Meere. Aber auch diese Zahlen zeigen nicht das wahre Verhältnis; denn wie Suess meint, steht das Meer an den Rändern der Kontinente höher als in der Mitte der weiten Ozeane[4], und dieser Adhäsionsbetrag sei nicht klein; er betrage,

[1] Warum sind nicht alle großen pyramidalen Spitzen genannt?

[2] Warum sind die Vertreter dieser Lehre nicht aufgezählt?

[3] Viel wichtiger als Carpenter's Verdienste sind die jener Deutschen, welche zuerst und sogleich ebenso wertvolle Zahlenangaben hierfür lieferten; sie bleiben ungenannt.

[4] Auf den Beweis für diese, hier als Thatsache vorgetragenen Hypothese sind wir sehr gespannt. Folgende Einwürfe wird Suess hoffentlich widerlegen:

1. Gesetzt, auch in diesen Breiten entspräche erst einer Luftschicht von 10 m ein Barometerstand von 1 mm, dann müßte in St. Helena, dieweil es 847 m unter dem angenommenen Niveau liegt, das Barometer um 85 mm höher stehen als auf dem benachbarten Festlande, eine Voraussetzung, welche die Natur durchaus nicht bestätigt. Und nun denke man an die Bonin-Inseln mit ihren 1309 m unter Null! Hier müßte das Barometer bloß 130 mm Standdifferenz anzeigen!

2. Alle, welche bis jetzt den Ptolemäischen Beweis für die Kugelgestalt der Erde mit ihren Augen in natura gesehen, müßten sich demnach selbst betrogen haben. Und

3. die Beobachtung Dufour's am Genfer See, die Hann bestätigt, und welche für die konvexe Krümmung der Wasseroberfläche spricht, müßte demnach auf einer argen Täuschung beruhen.

wie LISTING angibt, für London 118, für Paris 268, für die Insel Maranon 567, für die Bonin-Inseln aber — 1309, für St. Helena — 847, für Spitzbergen — 217, für Berlin dagegen 37,7 und für Königsberg 92,6 m. Diese Differenz mit in betracht gezogen erhöht den Unterschied zwischen der mittleren Höhe der Festlande und der mittleren Tiefe der Meere auf mehr als 4000 m, eine Thatsache, welche entschieden gegen jene Erklärung von der Umsetzung der Meere und ebenso nachhaltig für die Lehre von der Persistenz der Kontinente spricht. SUESS nimmt gewiß mit Recht an, daß die heutigen Festlande in der mesozoischen Zeit ihre Anlage erhielten.

Unterdessen sind wir der Erde so nahe gekommen, daß wir ein doppeltes Verhältnis zwischen den Umrissen der Festlande und der Steilheit der Gebirge erkennen können. Von Chittagong in Bengalen bis nach Java, von da nordwärts bis zu den Kurilen und Aleuten, ferner von Aljaska bis C. Horn begegnen unserem suchenden Blicke nur Gebirgsketten, welche der Küste mehr oder minder parallel streichen. Dagegen erscheinen die Gebirge an den Küsten des atlantischen und indischen Ozeans in ihrem Aufbau ganz unabhängig von der Richtung der Küste. Jene Linien des Gesichtsausdruckes repräsentieren den pacifischen, diese den atlantischen Typus[1].

Und bleibt hierauf unser Auge an dem einzelnen Gebirge haften, um dessen Schichtenbau zu erforschen, so gewahrt es sehr bald, daß auch diesen Zügen die Ursprünglichkeit mangelt. Verwerfungen (z. B. von 1200 m im Tunnel von Fuveau bei Marseille; von 7000 bis 8000 Fuß in den Kohlenfeldern Virginiens; hier ist die Antiklinale »Cave Canoe« durch einen 20 engl. Mln. langen Bruch abgetrennt und mindestens 20 000 Fuß hinabgesunken) und Denudationen (auf dem Erzgebirge die am Nordsaum lagernden paläozoischen Schichten; auf den Alpen die mesozoischen Bildungen; vgl. ferner die Stereogramme von POWELL, die Uinta-Mountains betreffend) haben die Ursprünglichkeit vernichtet. Indem wir ihre Werke ungeschehen denken, lernen wir den Verlauf der primären Züge im Antlitz der Erde ahnen; diese Erstlingsrunzeln sind alt. Sind sie gleich alt? Wann und wodurch sind sie entstanden?

Mit diesen Fragen leitet uns der Verfasser aus der Natur in die Schule. Hier hören wir von den wunderbaren Erweiterungen der menschlichen Kenntnisse, welche durch die Untersuchung der Spektra der Himmelskörper herbeigeführt wurden, von den verschiedenen Phasen der Erkaltung, in welchen sich heute die einzelnen Himmelskörper befinden, von den Folgerungen, welche sich hieraus für die Bildung unseres Sonnensystems und für jenen langen ersten Teil des Bestandes unseres Planeten ergeben, während dessen die Bedingungen für das organische Leben noch nicht vorhanden waren[2]; dann hören wir, daß in der Folge Wasser, Luft und Leben entstanden sind und daß man den letzten, seither abgelaufenen

[1] Wo bleiben die schottischen und skandinavischen Gebirge? die Alleghanies etc.? Welcher Typus herrscht in den arktischen Meeren? — Gibt es keine Vertreter für diese Auffassung? Wer hat dieselbe zuerst ausgesprochen?

[2] Warum sind die deutschen Forscher ungenannt geblieben, denen wir diese Hypothesen verdanken?

Zeitraum abteilt in geologische Formationen, in Epochen, Perioden und Stufen.

Darauf leitet uns Verf. über zu den Fragen: »Was ist eine geologische Formation? Welche Umstände bedingen ihren Anfang und ihr Ende? Wie ist es zu erklären, daß gleich die erste derselben, die silurische Formation, in so entlegenen Teilen der Erde, vom Ladoga-See bis zu den argentinischen Anden und vom arktischen Amerika bis Australien in so deutlich wiederkehrenden Merkmalen sich wiederholt? Wie kommt es, daß die Gleichstellung bestimmter Horizonte aus verschiedenen Zeitaltern und ihre Unterscheidung von anderen Horizonten über so weite Flächen durchgeführt werden kann, ja daß thatsächlich sich diese stratigraphischen Abgrenzungen über den ganzen Erdball erstrecken?

Die Antworten auf diese Fragen werden von den hervorragendsten Meistern der Geologie nicht übereinstimmend gegeben. Auch jedes Jahrhundert, ja jedes Jahrzehnt antwortet abweichend. Dies veranlaßt Suess, ein historisches Gemälde davon zu skizzieren.

Bis 1849, heißt es, herrschte allenthalben die Lehre, daß jede Formation einen gesonderten Schöpfungsakt repräsentiere (Revolutionstheorie, Katastrophisten). Elie de Beaumont (die Verteilung der Gebirge zeige eine geometrische Gesetzmäßigkeit und geregelte Altersfolge), Dumont (die zonenförmige Verschiedenheit der Klimate bestand von jeher; sie wanderten allmählich von den Polen nach dem Äquator; die rasche Erhebung der Gebirge verknüpfte er mit den langsamen Bewegungen der Erdrinde), Barrande (die Gebirgserhebungen sind örtliche Erscheinungen), d'Archiac (selbst die größten Dislokationen blieben ohne Einfluß auf die Lebensfolge der Organismen) und Hébert (die Oszillationen der Bodenfläche wirkten auf den Formationswechsel; er verfolgte die Süßwasserschichten zwischen Jura und Kreide) beweisen, wie binnen eines Jahrzehntes die Meinungen gegen einander gekämpft[1] haben.

Gegen das Jahr 1859 suchte und fand die Mehrzahl der Forscher die Erklärung für die Verschiedenheit der Ablagerungen und Faunen in der Verschiebung von Land und Meer[2], in einer Lehre, mit welcher sich die Anschauungen von Edw. Forbes (die heutige Bevölkerung besteht aus Elementen verschiedenen Alters), Beyrich (eine weithin nachgewiesene Transgression umgrenzt das Oligocän) und Brocchi (jede Art hat eine bestimmte Lebensdauer) verknüpften.

Aber auch diese Ansicht verschwand, als Darwin's Buch: »Über die Entstehung der Arten« erschien; der Gedanke erfreute sich allgemeinen Beifalles: Die Geschichte der Erde ist eine allmähliche, friedliche, ununterbrochene Entwickelung (Evolutionstheorie). Allein die Geologie findet in ihren Formationen keine fein abgestufte organische Kette, wohl aber bedeutende Lücken und Unvollständigkeiten; die Geologie lehrt daher wohl eine ununterbrochene, aber keine gleichmäßige, sondern eine solche Entwickelung, welche einem großen, noch unbekannten, gewiß von der zeitweisen Änderung der äußeren Existenzbedingungen veranlaßten Rhyth-

[1] Wo bleiben die Deutschen, die in diesem Jahrzehnt an dieser Arbeit teilnahmen?

[2] Hierfür wird kein Name genannt.

mus folge. Damit sind wir wieder bei Aristoteles angelangt, welcher auch von einem Wechsel spricht, der »sich nach einem bestimmten System und in bestimmten Zeitabschnitten vollzieht«. Für diese Idee, die auch Darwin [1] ausgesprochen, führt Suess einige Belege an (Abstammungslinien der Raubtiere, Einhufer und Echinoiden; wie zwischen zwei räumlich benachbarten Landfaunen der Gegenwart existiere ein Verhältnis zwischen zwei aufeinanderfolgenden Säugetierfaunen der Tertiärzeit; das Tertiär um Wien beweise, daß die Änderung der Meerbevölkerungen keineswegs zusammenfalle mit derjenigen der Landbevölkerungen). Weitere Beweise für diese Idee bringen Neumayr, Abich, Waagen und Griesebach, v. Mojsisovics, Dawson, Newberry, Marsh und Cope. Auch Heer spricht »von einer zeitweisen Umprägung der Organismen«.

Obgleich die Forscher Europas und Amerikas die Land- und Meeresablagerungen fast lediglich auf die organischen Reste hin chronologisch und stratigraphisch unterscheiden, so gilt doch, wie Suess schreibt, daß dereinst »die physikalischen Ursachen der Veränderungen, nachdem sie richtig erkannt sein werden, die einzige, natürliche Grundlage einer Abgrenzung der Zeitabschnitte sein werden«.

Diese physikalischen Ursachen sind, wie der Schluß bemerkt, wahrscheinlich sehr verschiedener Art; sie bewirken nicht nur die Bewegungen der Erdrinde, sondern auch die Veränderungen der Gestalt der Hydrosphäre. Infolge der Kontraktion der Erdrinde würden die konkaven und konvexen Krümmungen gesteigert, aber keine korrelaten Bewegungsfelder (säkulare Hebung und Senkung) geschaffen, eine Annahme, für deren Richtigkeit der Unterschied zwischen Dislokation und Transgression und vor allem die Existenz von Strandlinien in den Apenninen, in Calabrien, am Aschenkegel des Ätna ins Feld geführt werden.

Wie diese Einleitung, welche den Gesamtinhalt des besprochenen Werkes skizziert, so bereichert jedes Kapitel aus Suess' »Antlitz der Erde« unser Wissen; jedes erweitert unsere Erkenntnis über und vertieft unsere Einsicht in das Werden unserer Erde. Auch wo wir anderer Ansicht waren, haben wir das Buch mit Befriedigung aus der Hand gelegt. Wir können es der Beachtung warm empfehlen.

Dresden. Clemens König.

---

[1] „Ich glaube, daß die Erde kürzlich einen dieser großen Cyklen des Wechsels durchgemacht hat, und daß von dieser Ansicht ausgehend, verbunden mit der Abänderung durch natürliche Auswahl, eine Menge von Thatsachen in der gegenwärtigen Verteilung sowohl gleicher, als auch verwandter Lebensformen erklärt werden kann."

Litteratur und Kritik.

Sprachwissenschaftliche Abhandlungen von CARL ABEL, Dr. ph. Leipzig 1885. Verlag von Wilhelm Friedrich.

Das 29 Druckbogen umfassende Buch des Herrn Dr. ABEL ist ein Werk von geradezu erstaunlichem Umfange des bearbeiteten sprachlichen Materials und dennoch von seltener Gründlichkeit und ungewöhnlicher Gedankentiefe, darum aber auch von einer außerordentlichen Tragweite in den gefundenen Resultaten.

Der Herr Verf. gehört nicht zu jenen Philologen, die das Wort als solches über alles hochhalten und deren oft unfruchtbare Kritiken wertloser Handschriften oder ähnlicher sprachlicher Erzeugnisse um so gelehrter und bei gleichgesinnten Fachgenossen um so bedeutsamer erscheinen, je weniger sie das Interesse der nichtfachmännischen Kreise erregen; er ist vielmehr einer von jenen echten Philologen, denen das Wort nur als Träger eines geistigen Inhaltes etwas gilt, der aber auch um dieses Umstandes willen das Wort so hoch schätzt, daß er es unternimmt, aus einer einzigen Wortschöpfung den Nationalcharakter eines Volkes zu entziffern.

Vermöge seines überaus reichen sprachlichen Wissens, das alle bedeutenderen Idiome der hamitischen, semitischen und japhetitischen Sprachfamilie beherrscht und im Altägyptischen ebenso zu Hause ist wie in der Weltsprache der jüngsten Kultur, hat er einen Standpunkt gewonnen, der ihm einerseits eine solche Weite des Blicks verstattet, daß er die sprachlichen Erscheinungen immer im Zusammenhange und niemals einseitig betrachtet, der ihn aber anderseits doch nicht soweit von dem gewaltigen Sprachbaume entfernt, daß er dessen Wachsen und Sprossen im einzelnen und kleinen nicht verfolgen könnte und wollte. Hierdurch aber erweist sich der Verfasser für seine sprachphilosophischen Abhandlungen, in denen wir den Schwerpunkt des ganzen Buches erblicken, wie für seine ebenso hochinteressanten als wertvollen etymologischen und lexikographischen Untersuchungen, die den größeren Teil des Buches ausmachen, gleich befähigt.

Das ganze Buch zerfällt in 12 Abhandlungen, die wohl mit Absicht vom Verfasser nicht streng nach ihrer inneren Zusammengehörigkeit geordnet sind, sondern, ohne daß dem tieferen Verständnis Abbruch geschieht, in einer das »variatio delectat« nicht außer Augen setzenden

Reihenfolge erscheinen. Da der frische Eindruck, den das Buch durchgängig macht, zum Teil hierauf mit beruht, so glauben wir auch in unserer Besprechung der einzelnen Abhandlungen die vom Verfasser gewählte Reihenfolge einhalten zu sollen.

Die erste Abhandlung »Über Sprache als Ausdruck nationaler Denkweise« ist als Vortrag in der Royal Literary Society zu London gehalten worden. Der Verf. zeigt an vorzüglich gewählten Beispielen und in geistvoller, fast feuilletonistisch packender Weise, wie die Sprache »die genaueste Photographie der den Gliedern eines Volkes eigentümlichen und gemeinsamen Gedankenwelt« ist. Eine Folge davon ist die Unmöglichkeit einer Übersetzung, wenn man unter Übersetzung »eine völlig exakte Wiedergabe des Originals« versteht, ferner das Aufgeben seiner Meinungen mit der Annahme einer anderen Sprache und die Bereicherung des Geistes und des eigenen Beobachtens mit der bloßen Erlernung einer fremden Sprache. Was Verf. über Schätzung der Nationalitäten auf Grund eingehenden Sprachstudiums sagt, sind wahre Goldkörner, die in unserer Zeit, wo der Nationalitätenkampf so heftig entbrannt ist, von seiten der leitenden Staatsmänner und der die öffentliche Meinung mehr oder weniger beherrschenden Journalistik der höchsten Beachtung wert wären. Der Verf. sieht in jeder Sprache »den Quell göttlicher Vernunft rieseln, in manchen nur ein Bächlein, in anderen den weiten, tiefen Strom«.

Die zweite Abhandlung ist betitelt »über den Begriff der Liebe in einigen alten und neueren Sprachen«. Verf. zeigt zunächst, wie die Worte einer Sprache »die gebräuchlichsten und empfundensten (!) Gedanken« eines Volkes ausdrücken, daher sieht er im Wörterbuche, »zumal wenn es die Bedeutung der Worte nicht nur oberflächlich angibt, sondern aus ihrem Gebrauche heraus genau definiert«, ein »psychologisches Repertorium«. Das Wörterbuch gibt das nationale Denken eines Volkes im Umrisse, die Schattierung und Kolorierung dieser Skizze wird gebildet von dem, »was mit den Worten zusammengedacht wird«. »Das Wort ist der Baustein, der Satz das Gebäude, jedes Buch, jede Rede eine Stadt für sich.« Die Erforschung des Baustiles dieser Gebäude ist Aufgabe der Litteratur- und Kulturgeschichte, die des sich verhältnismäßig wenig ändernden Bausteines Aufgabe der Philologie. Die Worte, welche »Liebe« bedeuten, sind besonders geeignet, »den Wert der Sprache als einer wahren Selbstschilderung der Völker zu erläutern«. Am Lateinischen, Englischen, Ebräischen und Russischen, also an 4 Sprachen, die sehr verschiedene Zeiten und verschiedene Sprachstämme repräsentieren, zeigt er das des näheren, indem er die ganze Gruppe ihrer »Liebesworte« einer scharfsinnigen und feinfühligen Musterung unterzieht. Wortbildungen, wie »Leider- und Thäterwörter«, die der Verf. wohl um der Kürze des Ausdruckes willen statt der Umschreibungen »Wörter, die eine leidende, und solche, die eine thätige Person bezeichnen«, braucht, hat er im Eingange dieser Abhandlung selbst gerichtet, oder hält er sie wirklich für »gebräuchlichste Gedanken« des deutschen Volkes? Auch gegen eine Steigerung des Wortes »empfunden« sträubt sich unser deutsches Sprachgefühl.

Die dritte Abhandlung, von den »englischen Verben des Befehls«, ist ein sprachliches Charaktergemälde. Elf Brüder einer Familie, elf synonyme englische Verben des Befehls, werden vom Verf. mit nicht zu verkennender peinlichster Mühe und Sorgfalt und feinster Nüancierung ihrer Bedeutungen gezeichnet. Doch müssen wir gestehen, daß uns hier die scharfe Unterscheidung weit über die Naturwahrheit d. h. selbst über das bei den Gebildeten des Volkes lebendige Sprachgefühl hinausgegangen zu sein scheint.

In der vierten Abhandlung »Über die Unterscheidung sinnverwandter Wörter und das Werden des Sinnes« geht der Verf. von einer instruktiven und durch graphische Darstellung veranschaulichten Erläuterung des Begriffes »synonym« aus. Dann zeigt er, wie die intellektuelle Sphäre, in der ein Mensch lebt, seine ganze Auffassung der Welt und auch seine Kenntnis der eignen Sprache bestimmt. Treffend bemerkt er: »Es ist ein gewöhnlicher, aber nichtsdestoweniger ein großer Irrtum, daß alle Deutschen deutsch, alle Engländer englisch, alle Franzosen französisch sprechen können. In Wahrheit spricht jeder nur denjenigen Teil seiner Sprache, mit dem er vertraut ist.« Er weist hierbei auf die erstaunliche Wortarmut der ungebildeten Stände unter den Kulturvölkern hin. Diese Armut an sprachlichen Vorstellungen sei um so verwunderlicher, als sie einem wortreicheren Zustande auf einer früheren Stufe der Zivilisation gefolgt sei, wie die reichhaltigen Vokabularien wilder und halbwilder Völker Asiens, Afrikas und Amerikas noch beweisen. Allein ihr Wortreichtum erstrecke sich nur auf konkrete Erscheinungen bei einem auffälligen Mangel an Abstraktion, der bei den Indianern so groß sei, daß sie die Dinge nicht von ihrem Besitzer gesondert denken können und nur »mein Kopf, dein Fuß, sein Kleid« u. s. w., aber nicht Kopf, Fuß, Kleid und ähnliche Worte allein aussprechen können. Auf dieser Stufe der sprachlichen Entwickelung seien die Begriffe sehr scharf bestimmt im Vergleich zu einander und werden vom ganzen Volke synonymisch fein unterschieden.

Die begabteren Völker seien allmählich zur Abstraktion übergegangen und haben eine Menge der früheren Synonyma weggeworfen, dafür aber seien mit steigender Kenntnis und Gesittung aus den wenigen erhaltenen Wurzeln neue unzählige Stämme, Äste und Zweige hervorgebrochen. Aber mit der wachsenden Kultur sei die Beteiligung der Glieder der Nation an der Entwickelung des Gedanken- und Wortschatzes eine ungleiche geworden und es habe sich dadurch eine Scheidung in Gebildete und Ungebildete vollzogen. Dieser Unterschied werde immer größer seit Erfindung der Buchdruckerkunst. Von jetzt ab sind die Schriftsteller nicht bloß die berufensten und fruchtbarsten Sprachmehrer (Luther, Lessing, Goethe), sondern auch mit den Gebildeten der Nation diejenigen, die allein die Synonymen der Sprache richtig verstehen und gebrauchen, ohne sie deshalb gerade begrifflich von einander scheiden zu können. Ihr Sprachgefühl, das sie von Kind auf erworben haben, ist meist größer als ihre Spracherkenntnis. Beim Sprechenlernen haben wir mit dem Worte den Begriff aufgenommen, nicht selbst gebildet, und damit die Früchte einer Jahrtausende langen Denkarbeit überkommen. »Das Wörterbuch unserer

Sprache ist das Bild, welches uns von den Dingen und Kräften der Welt überliefert wird. . . . . . Darüber hinaus gehen nur begabte Selbstdenker, welche neue Begriffe durch eigentümliche Zusammenstellung oder Änderung alter schaffen.« »Jedem von uns ist der innerhalb seines Bildungsgrades gelegene Teil seiner Muttersprache verständlich, weil er ihm selbstverständlich ist, weil er seine eigene Vernunft und seinen eigenen Verstand ausmacht.« Das ist in groben Umrissen der Inhalt dieser überaus wichtigen Abhandlung, die in verschiedenen treffenden Bemerkungen zeigt, wie des Verf. erhabener Standpunkt auch mancherlei unbedeutende sprachliche Erscheinungen in einem neuen interessanten Lichte erkennen läßt. Wir können dies hier nur andeuten.

Eins scheint uns aber der Verf. doch übersehen zu haben, nämlich daß auch das Kind, wenn es die Begriffe seiner Muttersprache erlernt, in ähnlicher Weise wie der begabte Selbstdenker durch eigentümliche Zusammenstellung oder Abänderung alter Begriffe auf Grund seines erworbenen Sprachgefühls neue schafft und an den falsch gebildeten Begriffen seiner Sprache eine gewisse Kritik übt. So benannte, um nur einen Beweis dafür anzuführen, mein fünfjähriges Kind lange den »Tragkorb« nur mit dem selbstgebildeten Ausdruck »Buckelkorb«, weil es zuerst den »Handkorb« kennen gelernt hatte und dadurch im stande war, den neuen Begriff selbständig zu bilden und zu benennen. Natürlich ging dieser vom Kinde viel korrekter als von der Sprache gebildete Begriff wieder verloren, weil er von des Kindes erwachsener Umgebung nicht adoptiert wurde. Jeder denkende Vater, der sein Kind in dieser Richtung beobachtet hat, wird uns bestätigen, daß gar manche sprachliche Schöpfung des Kindes dem kleinen Selbstdenker alle Ehre macht und wert wäre, der Vergessenheit entrissen zu werden. Der Herr Verf. scheint auf diesem Gebiete, das sich doch mit dem seinigen so innig berührt, nicht Gelegenheit, Beobachtungen anzustellen, gehabt zu haben, wie wir weiter unten noch zeigen werden.

In der fünften Abhandlung »Über philologische Methoden« verwendet sich der Verf. für eine geistvollere Behandlung der Erlernung fremder Sprachen. Er findet die gewöhnliche Methode dieser Erlernung mittels Grammatik und Lexikon für den praktischen Gebrauch zu Gespräch und Lektüre ausreichend, aber nicht, um eine tiefere Einsicht in den Geist der betreffenden Sprache und in den die Sprache schaffenden Geist überhaupt zu gewähren. Zu diesem Zwecke empfiehlt er die etymologische oder, wie er sie nennt, die »psychologische« Methode, die sich nicht mit der bloßen Einübung der grammatischen Formen, sondern mit ihrer Bedeutung und mit ihrer Veränderung beschäftigt, die sie im Laufe der Zeit erfahren haben. Der Zukunft sei es vorbehalten, durch Untersuchung möglichst vieler Sprachen die grammatischen Formen nach ihrer Bedeutung zu erklären und sie in die »Behandlung der ihrem Bedeutungsinhalte zunächststehenden Worte fruchtbar hineinzuziehen«. Wenn dann auch für die Flexionsformen die konkrete Bedeutung gefunden sein werde, dann werde es ein Sprachstudium geben, »welches Lexikon und Grammatik, die beide von einem Geiste und für einen Zweck ge-

schaffen worden sind, auch in der Behandlung vereint und sich gegenseitig erklären läßt«.

Mit letzterem Satze hat er die Brücke geschlagen zur folgenden Abhandlung »Über Verbindung von Lexikon und Grammatik«. Auf Grund der Thatsache, daß der lexikalische und der grammatikalische (der in den Flexions- und Konjugationssilben enthaltene) Ausdruck eines und desselben Begriffes nur durch die lautliche Form, nicht aber durch den Inhalt von einander verschieden sind, will er die grammatikalischen Vertreter eines Begriffes ebenfalls ins Wörterbuch mit aufgenommen wissen, da »nur eine solche Verbindung von Wörterbuch und Grammatik eine Einsicht in den Gedankeninhalt eines Idioms gewähre«. Von dem herkömmlichen alphabetischen Wörterbuch behauptet er, »es zertrümmert die Ansichten seiner Nation in einzelne Bruchstücke und gibt, wo Erkenntnis nur aus der gemeinsamen Betrachtung aller einem Begriffe zugehörigen Worte gewonnen werden kann, Bröckelsteine anstatt eines Gebäudes«. Sein Lexikon soll daher nach den philosophischen Kategorien geordnet sein. Anhangsweise gibt er in einer Übersicht von Roget's Thesaurus of English Words and Phrases das Schema für ein solches Lexikon, das in Klasse I »abstrakte Beziehungen« 179 Begriffsgruppen, in Klasse II »Raum« 134, in Klasse III »Stoff« 136, in Klasse IV »geistige Fähigkeiten« 150, in Klasse V »Wille« 220 und in Klasse VI »Gefühle, Neigungen, Gemütsbewegungen« 181, im ganzen 1000 aufweist. Ein geschichtlicher Überblick über derartige logische Wörterbuchbearbeitungen schließt die äußerst gehaltvolle und auf die verschiedensten sprachlichen Fragen interessantes Licht verbreitende Abhandlung.

Die folgende siebente Abhandlung beschäftigt sich mit dem größten Problem der Sprachforschung, denn sie handelt »über den Ursprung der Sprache«. Die Untersuchung über diese fundamentalste aller sprachwissenschaftlichen Fragen, deren Lösung schon die alten griechischen Philosophen und die denkenden Geister aller Zeiten beschäftigt hat, wird vom Verf. dadurch in ein neues Licht gerückt, daß er mit Hilfe seiner ägyptischen Forschungen den Grundfehler aller bisherigen Untersuchungen über den Ursprung der Sprache aufdeckt. Derselbe liege in der falschen Voraussetzung, daß die Sprache immer verständlich gewesen sei. An der eine fünftausendjährige Entwickelung umfassenden hieroglyphischen und koptischen Sprache, die in ihren Anfängen auf dem Niveau der Naturvölker steht und in ihren Zielen den Standpunkt der Kulturvölker erreicht, zeigt er nun in glücklichster Weise an vielen Wortbeispielen den Entwickelungsgang dieser Sprache als »ein allmähliches Auftauchen aus vagem Ton und Sinn in gesonderten Laut und präzisierte Bedeutung«. Nicht bloß daß die verschiedensten Dinge im Hieroglyphischen mit demselben Lautkomplex bezeichnet wurden, sondern auch die entgegengesetzte Erscheinung, daß es für einen und denselben Begriff eine ganze Menge sprachlicher Bezeichnungen gab, deutet zur Genüge darauf hin, daß die ägyptische Sprache nur durch die sie begleitende Geste verständlich gewesen sein kann, wie sich ja auch die ägyptische Schrift des deutenden Bildes bedienen muß; denn jedes hieroglyphische Wort besteht bekanntlich aus den hieroglyphischen Buchstaben und einem dieselben begleitenden

Bilde. Wenn von 38 hieroglyphischen Worten für den Begriff »schneiden« das Koptische deren nur noch 10 aufweist, so ist damit der allmähliche Rodungsprozeß genügend gekennzeichnet und der weitere Weg der Sprachentwickelung angedeutet, und es ist einleuchtend, daß »erst die fortgesetzte Wahl vieler Geschlechter über den Zusammenhang zwischen Laut und Begriff entschieden hat«. Die Auswahl der Lautgruppen für die verschiedenen Begriffe war nach der nationalen Begabung des einzelnen Volkes eine verschiedene und so entstanden eben verschiedene Sprachen.

Wer wollte leugnen, daß dieser von der Sprachwissenschaft gekennzeichnete Gang der ältesten sprachlichen Entwickelung, der übrigens durch die Beobachtungen über die Entwickelung der kindlichen Sprache in bedeutsamen Punkten auffällig bestätigt wird, dem gesunden Menschenverstande ganz plausibel erscheint?

Fand ich schon manche treffende Bemerkung des Verf. in dieser hochwichtigen Abhandlung durch die an der Sprachentwickelung bei meinem Kinde gemachten Beobachtungen bestätigt, so gilt dies noch mehr für die achte Abhandlung »Über den Gegensinn der Urworte«. Sie erscheint mir als die interessanteste von allen und ihre Resultate ergeben sich mit Notwendigkeit aus der vorigen Abhandlung und stützen darum diese selbst wieder. Der Verf. hat sie mit Recht auch als Separatabdruck erscheinen lassen. Es wird zunächst auf die merkwürdige Thatsache hingewiesen, daß sich in der ägyptischen Sprache sehr viele Worte finden, die zwei Begriffe von entgegengesetztem Sinne bedeuten, so z. B. einwickeln und bloßlegen, hören und taub sein, trennen und binden, stark und schwach. Diese Erscheinung erstreckt sich sogar auf die Präpositionen. Wenn sie eine zufällige Homonymie wäre, würde sie als unerträglich empfunden und beseitigt worden sein. Da sie sich aber sogar in Compositis findet, wie altjung, fernnah, bindentrennen, außeninnen, so läßt sie sich nur als eine absichtliche Antithese begrifflicher Gegensätze auffassen. Zur Erläuterung gibt der Verf. folgendes: Alle unsere Begriffe entstehen durch Vergleichung und sind sämtlich relativ. In einer primitiven Zeit der Sprach- und Begriffsbildung konnte man den Begriff der Stärke nicht konzipieren außer im Gegensatz zur Schwäche; so enthielt das Wort, welches stark besagte, eine gleichzeitige Erinnerung an schwach. Erst allmählich lernte der Mensch die beiden Seiten der Antithese sondern und die eine ohne die bewußte Messung an der andern denken, und in einer weiteren Entwickelung der Sprache differenzierte sich das Urwort in zwei verschiedene sprachliche Begriffe. So entsteht die Sprache im modernen Sinne, »in welcher jedes Wort, wenn es auch immer noch relativ und damit mehrsinnig zu bleiben pflegt, doch wenigstens nicht absolute Gegensinne einschließt«. Für die Richtigkeit seiner Ansicht citiert er eine bedeutsame Stelle aus der Logik des Schotten Bain, der diesen Gang der Sprachentwickelung gewissermaßen a priori konstruiert. Hier ist nun der Punkt, wo des Verf. hochbedeutsame Resultate auch durch Beobachtungen über die Entwickelung der kindlichen Sprache bestätigt und gestützt werden, wie aus Preyer's »Seele des Kindes« 1. Aufl. S. 328 u. 359, 2. Aufl. S. 318 (und sonst) und meinen eigenen Beobachtungen und Bemerkungen über die Entwickelung

der Sprache des Kindes« S. 18 zur Genüge erhellt. Ich füge diesem noch hinzu, daß mein Kind im Alter von 2 Jahren ganz frisches Brunnenwasser, an dem es sich erquickte, »schön warm« nannte und daß es, 5½ Jahre alt, »nächsten Sonntag« mit einem deutlichen Gegensinn gebraucht, nämlich ebensogut für den vergangenen als den folgenden Sonntag, obwohl es diesen Sprachgebrauch selbstverständlich von niemand in seiner Umgebung kennen gelernt hat. Den vom Verf. dieser Abhandlung beigegebenen 45 Seiten Beispielen für den Gegensinn aus dem ägyptischen, arabischen, und indoeuropäischen erlaube ich mir noch eins beizufügen, das im Dialekte der Gegend von Limbach bei Chemnitz ganz gebräuchlich ist, es lautet »dorthier« und dient ganz genau wie die entsprechenden hieroglyphischen Beispiele als eine Verstärkung des einen Begriffes, auch wird es gewöhnlich mit einer deutenden Geste gesprochen.

Die äußere Form, in der diese achte Abhandlung geschrieben ist, ist die denkbar anziehendste. Der Verf. stellt erst das scheinbar Widersinnige auf und macht dann alle von uns im Stillen schon bereit gehaltenen Einwände, um sie der Reihe nach in überraschender Weise zu entkräften. Auf diese Art läßt er uns gewissermaßen Schritt für Schritt teilnehmen an der Freude seines Schaffens.

Eine Frucht von des Verf. koptischen Untersuchungen ist auch die neunte Abhandlung »Koptische Intensivierung«. Nach einer geschichtlichen Erörterung des Verhältnisses zwischen dem Hieroglyphischen und Koptischen wird das Koptische nach seiner Verwandtschaft zu dem Semitischen und Indoeuropäischen charakterisiert und die nähere Verwandtschaft mit ersterem gegenüber letzterem betont. Außer auf einer größeren Gleichheit der Flexion und einer größeren Zahl gemeinsamer Wurzeln beider Sprachen beruhe die stärkere Verwandtschaft des Ägyptischen und Semitischen auch noch darauf, daß beide Sprachen jedem Vokale eine bestimmte Bedeutungssphäre zuweisen. So heißt »bel« lösen, »bol« befreien, es bezeichnet also die Wirkung und Absicht des Lösens; »esch« rufen, schreien, »osch« anrufen, beten. Diese Erhöhung der Bedeutung durch Änderung des Vokales ist es, was Verf. Intensivierung nennt. Sie wird dann noch an vielen Beispielen als durchgreifendes Lautgesetz im Koptischen aufgezeigt und daraus das Gesetz abgeleitet, daß das Knochengerüst für den Begriff im Koptischen der Konsonant ist, die Erhöhung, Färbung und Ausgestaltung des Begriffs aber dem Vokal zukommt. Das Endresultat dieser Abhandlung hat der Verf. in folgenden Worten ausgesprochen: »Der Wahrscheinlichkeit, daß einst in jeder Sprache bestimmten Lauten bestimmte Begriffsschichten vorzugsweise entsprochen hätten und daß dieses Entsprechen nur durch späteren Abfall verdunkelt worden sei — einer Wahrscheinlichkeit, welche, aus der Vernunft der Sprachschöpfung hervorgehend, durch die Klangmalerei aller Idiome unterstützt wird — tritt eine thatsächliche historische Erkenntnis, örtlich und begrifflich beschränkt, aber sicher und handgreiflich bestätigend zur Seite.«

Nach dieser interessanten Wanderung durch die üppig wuchernden Ackerfluren der ältesten Sprachschöpfung versetzt uns die nächste

Abhandlung mitten in die sprachlichen Bewegungen der Gegenwart hinein, denn sie erörtert »die Möglichkeit einer gesamtslawischen Schriftsprache«. Wir glauben uns hier mit der bloßen Angabe des Titels begnügen zu dürfen, ebenso werden wir es bei der nächsten Abhandlung bei bloßer Nennung des Namens »Über einige Grundzüge der lateinischen Wortstellung« bewenden lassen.

Die zwölfte Abhandlung »Zur ägyptischen Kritik« beschäftigt sich mit der Abfertigung eines Kritikers von des Verf. »Koptischen Untersuchungen«. Unseres Erachtens paßt sie nicht in den Gesamtrahmen des ganzen vortrefflichen Buches, das, wenn wir es anders richtig verstehen, doch wohl in der Hauptsache nicht bloß für Fachgenossen geschrieben ist. Wir wollen aber unsere Besprechung des herrlichen Buches nicht mit einer Darlegung dieser Streitfragen schließen, sondern mit einem Danke für die überaus reiche Fülle der dargebotenen wertvollen Belehrungen und mit dem offenen Bekenntnis, daß wir selten ein Buch gelesen haben, dem wir eine ähnlich intensive und extensive Bereicherung unseres Wissens und unserer Erkenntnis zu danken gehabt hätten wie des Verf. »Sprachwissenschaftlichen Abhandlungen«.

Die äußere Ausstattung des Buches ist splendid und die Verlagshandlung hätte einem Buche von solchem Inhalte gegenüber nicht nötig gehabt, von dem zuweilen beliebten Geschäftskunstgriffe der Antedatierung Gebrauch zu machen.

Zschopau. G. Lindner.

Notizen.

Zur Frage der Bestäubung von Blüten durch Schnecken.

Bereits mehrere Male wurde in dieser Zeitschrift[1] die fragliche Vermittelung von Schnecken bei der Bestäubung der Blüten gewisser Pflanzen, zumal von *Philodendron* besprochen, und gerade deshalb dürfte es angemessen sein, hier möglichste Vollständigkeit über die einschlägigen Beobachtungen und Litteraturbelege zu erzielen. Die älteste hierauf bezügliche Beobachtung stammt wohl von Delpino. Über diese berichtet Hildebrand in der Botanischen Zeitung 1870, Nr. 42, p. 673, worin es u. a. heißt: „Schließlich sei der von Delpino mitgeteilten Beobachtung über die Bestäubung von *Rhodea japonica* durch Schnecken (*Helix aspersa, vermiculata etc.*) Erwähnung gethan. Schon oben wurde Delpino's Beobachtung besprochen, daß bei *Alocasia adora* und mehreren anderen Aroideen nackte Schnecken die Bestäuber seien, und es bleibt für diese Fälle noch der Beweis zu erwarten. An *Rhodea japonica* hat hingegen Delpino direkt Schnecken beobachtet. Die Blüten stehen hier in einer Art von Kolben dicht gedrängt und jede entwickelt einen fleischigen genießbaren Kelch. Die Schnecken lieben nun diese Blütenstände sehr, verzehren einen Teil der Kelche (wenn sie hier und da einen Fruchtknoten schwach

[1] Kosmos Bd. XI, 347, XIII, 676 und 1884, I, S. 40.

anbeißen, so ist das für denselben nicht schädlich) und bewirken bei ihrem Hin- und Herkriechen die Bestäubung verschiedener Blüten untereinander."

Ein weitere Beobachtung, welche beweist, daß unter Umständen resp. bei manchen Blüten bestimmte Schnecken diese der Nahrungsaufnahme halber aufsuchen, ist die folgende von S. CLESSIN [1], dem bekannten Verfasser der deutschen Exkursions-Mollusken-Fauna. „Ich habe", bemerkt CLESSIN, „im Frühjahr 1872 mehrfach die Beobachtung gemacht, daß ganz junge Tiere des *Limax brunneus* DRAP. die Blütenstengel von *Chrysanthemum leucanthemum* erklimmen und ohne die weißen Blumenblätter zu berühren, die Staubbeutel abweiden und dann wieder an den Stengeln herabkriechen. Namentlich geschah dies an feuchten Tagen, wenn gegen Abend helles Wetter selbst mit Sonnenschein eintrat. Die Schnecken haben hierbei wohl zur Bestäubung der Griffel beigetragen. Dennoch ist es nicht die Absicht der Natur, diese Tiere zu dem zu verwenden, was weit leichter und besser durch Insekten erreicht wird. Anderseits ist die Beobachtung aber nicht minder dadurch von Interesse, als sie beweist, daß auch Schnecken Leckermäuler sein können, die es nicht scheuen, ziemlich hohe Blumenstengel zu erklimmen, um in gastronomischen Genüssen zu schwelgen."

Was FRITZ MÜLLER nach seinen Beobachtungen in Santa Catharina mitteilte, gilt vollkommen auch für die in den Waldgebieten von Rio Grande obwaltenden Verhältnisse. Schnecken sind auch hier sehr sparsam im Urwalde vertreten; man erkennt das namentlich auch sicher an der geringen Menge von Schneckenhäusern, welche man in frisch gebrannten Plantagen, eigentlich der einzigen Gelegenheit, *Bulimus*-Schalen in etwas größerer Anzahl zu erhalten, findet. Am häufigsten ist hier noch ein kleiner *Limax (L. brasiliensis)*.

Es scheint sich aus allem zu ergeben, daß Schnecken in der That in manchen Fällen gern und absichtlich Blüten besuchen, wobei sie denn wohl auch im Dienste der Selbstbestäubung von Blütenständen wirksam sein können. Daß sie in irgend einem Falle zur Kreuzung verschiedener Stöcke beitragen oder gar dazu nötig seien, ist aber bisher weder irgendwie erwiesen, noch auch mit Rücksicht auf die ungünstigen Lokomotionsbedingungen der Schnecken wahrscheinlich. Immerhin aber enthalten die mancherlei einschlägigen Beobachtungen, zumal jene oben angeführte von CLESSIN, eine Aufforderung zur weiteren Verfolgung der Beziehungen von Schnecken zu Blüten.

Rio Grande, Prov. Rio Grande do Sul.

Dr. H. VON IHERING.

Die Reaktion von Pflanzenfarben gegen Nikotin.

Durch eine zufällige Beobachtung veranlaßt, untersuchte ich in diesem Sommer die Reaktion verschiedener Pflanzenfarben. Setzte ich die weißen Strahlenblüten der *Matricaria*-Arten der Rotglut glimmender Tabaksblätter aus, so färbten sich die Blüten gelb, und zwar glich das Gelb dem der Scheibenblüten; schon die Einwirkung des Dampfes genügte bisweilen, um jene intensive Gelbfärbung hervorzurufen. Anfänglich glaubte ich als Ursache die Rotglut betrachten zu müssen; doch das durch eine Konvexlinse gesammelte Sonnenlicht trocknete nur die Strahlenblüten aus, ohne deren Farbe im geringsten zu verändern; es wurden durch das Sammellicht kleine runde Löcher in die weiße Blüte hineingebrannt, doch die Farbe blieb unverändert; auch die verschiedenfarbigen Strahlen des Spektrums waren ohne Wirkung. War die weiße Strahlenblüte vollständig vertrocknet und somit das Zellenleben gänzlich in ihr erstorben, dann brachte auch der Nikotindampf resp. die Rotglut der glimmenden Tabaksblätter keine Veränderung mehr hervor: die weiße Farbe blieb und es war mithin erwiesen, daß der Farbenwechsel an das protoplasmatische Leben gebunden ist. Auch die weißen Strahlenblüten der *Achillea*

[1] Nachrichtsblatt der deutschen malakologischen Gesellschaft. V. Jahrg., 1873, p. 39.

millefolium nahmen, sobald sie mit den glimmenden Tabaksblättern in Berührung kamen, die gelbliche Farbe der Scheibenblüten an. Hingegen blieb das Gelb der Lupineblüten (*Lupinus*), der zungenförmigen Blüten der Habichtskräuter (*Hieracium*), des Wiesenranunkel (*Ranunculus*) auf die genannte Einwirkung unverändert; war die Rotglut zu stark, dann verkohlten höchstens die Pflanzenteile. Merkwürdig bei diesem Farbenwechsel ist der Umstand, daß anstatt des Weiß immer genau die Farbe der Scheibenblüten auftrat — ein Beweis für die Gleichartigkeit des Farbstoffes in sämtlichen Blütenblättern trotz der Farbenverschiedenheit(?). Einen noch schlagenderen Beweis hierfür bot der Sandmohn (*Papaver Argemone*); wurden die roten Blüten mit den glimmenden Tabaksblättern in Kontakt gebracht, so trat jene braunschwarze, glänzende Farbe auf, welche unter gewöhnlichen Umständen nur an einem kleinen basalen Teile des Blattes sichtbar ist; auch an einem einzigen mir zu Gesicht gekommenen Exemplar einer leider mir nicht bekannten Pflanze trat nach erfolgtem Kontakt ein schimmelartiges glänzendes Weiß auf, wie es sonst nur an einem kleinen basalen Teil des Blütenblattes zu sehen ist. Das Blau der *Centaurea cyanus* wurde grünblau, auch die Blüten von *Lamium purpureum* änderten ihre Farbe. Merkwürdig und auffallend war das Verschwinden der Farben dunkelrot gefärbter Stengel und Blätter und das Auftreten von Grün auf Einwirkung der glimmenden Tabaksblätter; auch das Ergrünen weißer Blüten von *Silene* war überraschend, zumal da die *Silene chlorantha* in sandigen Kieferwäldern bisweilen angetroffen wird. Als nicht mutierend erwies sich endlich noch der gelbe Farbstoff der Herbstblätter von Pflanzen aller Art, doch liegt der Grund hierfür offenbar in dem Erstorbensein des cellularen Lebens.

Dr. J. Nathan.

Ausgegeben den 10. Januar 1885.

Zur Geschichte der Moral.

Von

B. Carneri.

(Schluß.)

An der Hand des eben genannten Lecky, der durch eine seltene Unparteilichkeit und eine oft bis ans Schwärmerische grenzende Verehrung für die christlichen Legenden sich auszeichnet, wollen wir uns die Moral näher besehen, welche das Christentum im ersten Jahrtausend seines Bestandes verbreitet hat. Auf das Verbreiten ist der Accent zu legen; denn neues hat das Christentum fast nichts gelehrt: sein hoher zivilisatorischer Wert, zumal für die barbarische Zeit, die es zu bilden unternahm, lag in der leicht faßlichen Form, in die es seine Lehre kleidete, und im Nachdruck, den es ihr als positive Religion zu verleihen wußte. Wir haben es da nicht mit einem Philosophen zu thun, der Schule macht und, wie groß auch die Zahl der einzelnen Schüler sein mag, die er um sich versammelt, immer nur eine Schule sein nennt. Die Jünger thaten sich schon mit den Aposteln zu einer Gemeinde zusammen und diese wuchs in Kürze zu einer eigentlichen Kirche heran, welche nicht bloß einzelne, sondern ganze Familien, ganze Stämme, ja ganze Völker in ihren Schoß aufnahm. Auf die Kirche selbst können wir nicht näher eingehen. Die Geschichte ihrer Umwandlung aus einer rein geistlichen in eine politische Macht würde uns zu weit führen. Wir haben es hier nur mit der Moral zu thun, aber mit der christlichen Moral, wie sie von jeher von der Kirche verstanden und gelehrt worden ist. Und wollen wir uns von der christlichen Moral ein klares Bild machen, so haben wir sie von den zwei Seiten zu betrachten, welche sie kennzeichnen in Gemäßheit ihres obersten Gebotes. Dieses lautet: Liebe Gott über alles und deine Mitmenschen wie dich selbst. Wir werden mit dem zweiten Teile beginnen, der alles umfaßt, was mit dem Ausdruck Wohlwollen bezeichnet werden kann, und dann dem ersten Teil uns zuwenden, zu welchem der Übergang im zweiten Teil gegeben ist in der als selbstverständlich vorausgesetzten Selbstliebe, die, sobald Gott über alles zu lieben ist, in der Liebe zu ihm ihre einzige Richtschnur finden kann.

Die Nächstenliebe hat durch das Christentum vornehmlich nach vier Richtungen einen mächtigen Ausdruck gefunden. Die Aufhebung

der Sklaverei war die notwendige Folge der Gleichstellung aller Menschen; und entsprach auch die sie ablösende Hörigkeit nur in sehr mangelhafter Weise dem Begriff der Menschenwürde, so war doch der Fortschritt ein wesentlicher und verbürgte das Sprengen der letzten Fesseln als eine bloße Frage der Zeit. Auf das innigste zusammenhängend mit der Abschaffung der Sklaverei war die Neugestaltung der Familie auf Grund einer Ehe, welche dem Weibe eine würdigere Stellung gegenüber dem Gatten einräumte und das Recht des Vaters auf die Kinder nicht mehr bis zur Entscheidung über Leben und Tod sich ausdehnen ließ. Die Menschlichkeit, die mit diesen zwei Grundbestimmungen festen Boden gewonnen hatte, mußte gleichzeitig an allen Hilfsbedürftigen als Wohlthätigkeitssinn sich erweisen, und es entstanden die Wohlthätigkeitsanstalten, welche im Altertum unbekannt waren und ihre Gründung und Erhaltung in erster Linie dem kirchlichen Einfluß verdankten. Weit mehr durch den Wohlthätigkeitssinn und zwar mit dem Zweck, die Lebenserhaltung zu erleichtern, denn durch ein Streben, das Wissen als solches zu fördern und zu verallgemeinern, wurden die ebenfalls kirchlichen Unterrichtsanstalten ins Leben gerufen, welchen die Erhöhung des kirchlichen Einflusses nicht als das letzte galt. Diese vier Richtungen repräsentieren vier Kräfte, welche, konzentrisch die Festigung des neuen Glaubens anstrebend, ihm den Boden schufen, auf welchem er — die ersten, den Kampf mit den Heiden bestehenden christlichen Jahrhunderte sind mehr von religiösem als von moralischem Interesse — die Moral des Mittelalters beherrschte.

Um über das Wesen dieser Moral uns klar zu werden, brauchen wir nur einen Blick zu thun in den ersten Teil des obersten christlichen Gebotes, der Gott über alles zu lieben, ihm alles zu opfern gebietet. Indem der zweite Teil die Selbstliebe als das höchste Maß der Nächstenliebe bezeichnet, gibt er zu, daß der Mensch von Haus aus keinen mehr denn sein eigenes Ich lieben könne. Der Egoismus bildet mithin den Ausgangspunkt; allein er hat nicht direkt in Altruismus sich zu verwandeln, sondern, all sein Thun und Lassen auf Gott beziehend und es dessen Willen gemäß läuternd, Heiligkeit anzustreben. Selbst die Familie tritt da in den Hintergrund; die Sittenreinheit erhält eine Bedeutung, welche direkt zur Askese führt, das ehelose Leben als das gottgefälligere darthut und im Einsiedlertum und Klosterwesen Verhältnisse schafft, die das Schwergewicht der ganzen Moral in die andere Welt verlegen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Sitten durch das Christentum milder geworden sind, obwohl diese Milderung sehr langsame Fortschritte gemacht hat und im protestantischen England noch zur Zeit der Tudor's, wie Lecky sagt, »die besten Engländer an dem sich ergetzten, was jetzt für den barbarischsten Sport angesehen würde,« und heute noch im erzkatholischen Spanien — von den Schrecknissen der Inquisition reden wir gar nicht — ein ganz gebildetes Mädchen in Entzückung gerät, »wenn sie den wütenden Stier beobachtet, während das Feuer aus dem Brandpfeil strömt, welcher in seinem Nacken zittert.« (A. a. O. II. S. 15.) Wir wählten diese zwei Beispiele, um zu zeigen,

wie es sich bei der Moral nicht um die konsequente Durchführung unwandelbarer Prinzipien handelt, sondern um die Anpassung der Prinzipien an bestimmte Verhältnisse zum Zweck der Erreichung eines bestimmten Zieles. Man könnte die Moral die Opportunitätssittlichkeit nennen: so lax sind oft in dieser oder jener Beziehung ihre Anschauungen, wenn z. B. nur die Existenz der Kirche dadurch gesichert wird. So sehen wir die Menschlichkeit bald gepaart mit Gefühllosigkeit, bald in wirkliche Unmenschlichkeit umschlagen, gilt's die Schonung eingewurzelter Gewohnheiten maßgebender Kreise der Gesellschaft oder gar die höhere Ehre Gottes. Das Ideal der Moral ist nicht der möglichst vollkommene, sondern der möglichst lenksame Mensch. Gewiß ist die christliche Moral selbst in der Gestalt, welche ihr allmählich die Kirche gegeben hat, weitaus die reinste. Wir dürfen hier nicht an philosophische Lehren denken, die nie das Gemeingut ganzer Völker geworden sind; und steht auch der Buddhist in gewisser Beziehung sittlich höher als der Christ: es darf nicht die Lethargie jener Stämme übersehen werden, die nahezu nichts geleistet haben und von den Lastern leicht frei bleiben konnten, welche den dort unbekannten Tugenden entsprechen würden. Ist aber auch die christliche Moral die reinste: sie kümmert sich nur um den halben, nur um den geistigen Menschen, und kümmert sich bei diesem nur um sein Ergehen in der andern Welt. Der physische, richtiger sagen wir der natürliche Mensch, der hat eigentlich ertötet zu werden.

Von diesem Standpunkt aus haben wir die christliche Moral zu betrachten und vorurteilsfrei die Verhältnisse des Mittelalters in Erwägung zu ziehen. Die nur ausnahmsweise nicht verderbten Fürstenhöfe, das rohe Rittertum und der herrschsüchtige Klerus waren die entscheidenden Faktoren. Als die Leiter eines kräftigen, durchschnittlich willenlosen Volkes repräsentierten sie unter dem stramm einigenden Zeichen des Kreuzes fast auf jedem hervorragenden Punkte eine imposante Macht. Was da großes geleistet worden ist — und davon weiß die Geschichte viel zu melden — kommt nicht auf die Rechnung höherer Sittlichkeit, wie dies bei den Griechen der Fall war, sondern auf die Rechnung einer Autorität, in deren Händen die Schlüssel zum Himmel und zur Hölle lagen. Was aber schließlich immer dabei den Ausschlag gab, war die Genialität einzelner Männer, welche in richtiger Anwendung der Gesetze alles Werdens die gegebenen Verhältnisse abzuschätzen und im geeigneten Moment nach der Richtung des geringeren Widerstandes vorzudringen verstanden haben. Dies gilt wie von der Politik von jedem Zweige der Kultur, und wie von den Staaten auch von den Familien.

Und so sehen wir die Frage der allgemeinen Freiheit, die mit der Aufhebung der Sklaverei auf die Tagesordnung gekommen war, in sehr verschiedener, hin und wieder fast in gar keiner Weise beantwortet. Das tote Wort war da, aber wo war der Geist? Hörige wurden mißhandelt, daß sie manchen Sklaven mit Recht beneiden konnten. Und der Herr, der sie mißhandelte und in blutigen Fehden fremdes Eigentum sich aneignete, zu Hunderten, ja zu Tausenden Menschen hinschlachten ließ, brauchte nur eine kleine Kirche zu erbauen oder eine

große fromme Stiftung zu errichten, um im Moment des Todes, freigesprochen von allen Sünden, seiner Seele den Himmel weitauf sich erschließen zu sehen. Wir sagen damit nicht, er sei thatsächlich zum Himmel aufgefahren; aber in dieser Überzeugung die Augen zu schließen, ist einen Himmel wert. Und die Frau? Wie manche hochgestellte Dame hätte die letzte Hörige beneiden können; denn sie war erzogen, um schmerzlich empfinden zu können, was an dem Stumpfsinn jener ungefühlt abprallte. Es ist ein schönes Ding um die Ritterpoesie. Aber wenn sie als mustergültig die Huldigung der Frau preist, die das Mittelalter übte, da fällt uns immer der Unmut ein, in den Buckle[1] gegen jene ausbricht, welche gewisse Kulturen des Altertums der modernen Kultur an die Seite stellen wollen. Er nennt dieses Gebahren eine Schande. Es tauchten zu Zeiten sehr edle Frauen auf, die ihre Umgebung veredelten; allein das war das Werk ihrer ganz außerordentlichen Begabung und besonderer Ausnahmsverhältnisse, nicht ihrer Stellung, in welcher die Frau sich ausnahm wie eine Herrscherin, aber im Grunde nichts war als eine höhere Gattung Magd. Es ist bezeichnend, daß unter den Segnungen des Christentums die Befreiung des Weibes so langsame Fortschritte macht und augenscheinlich zum Nachteil einer wahrhaft sittlichen Entwickelung der Familie. Das Weib ist heute noch seinem Gatten gegenüber in vielem eine Hörige, während es doch längst nur mehr freigeborne gibt. Sollte der Grund davon wirklich der sein, daß der Mann allein der Gesetzgeber ist? Die katholische Kirche trifft da kein Vorwurf. Je entschiedener der Liberalismus der Männer sich gestaltet, desto geneigter wäre die Kirche, das Recht der Frau zu erweitern. Rechnet sie richtig? Sollte sie in der That mit Hilfe der Frauen leichter Einrichtungen herbeiführen, welche die moderne Zivilisation mitten ins Herz treffen würden? Das kann nur vorübergehend sein, und wir erwarten mit Zuversicht den Anbruch einer Zeit, in der die Frau ihre irdische Sendung höher stellen wird als die leuchtendste Himmelskrone.

Doch gehen wir auf die Wohlthätigkeitsanstalten über, durch welche das Christentum sich besonders hervorgethan und besonders ersprießlich zur Hebung der Moral beigetragen hat; denn tiefe Armut entschuldigt viel. Wenigstens findet das Recht der Gesellschaft auf Heilighaltung ihrer Satzungen dort eine Grenze, wo der Einzelne außer stand ist, in rechtmässiger Weise sein und der Seinen Leben zu fristen. Almosengeben ist eine uralte Sitte und die Heiden sind im Unterstützen der Hilflosen weiter gegangen, als man gewöhnlich annimmt. In Griechenland und im alten Rom sollen nach Plinius wechselseitige Versorgungsgesellschaften der Armen zur Unterstützung ihrer Kranken bestanden haben: allerdings keine öffentliche Versorgung im gebräuchlichen Sinn. Aber für arme Kinder in Rom hat zuerst Augustus und zwar bedeutendes gethan; Nerva hat diese Unterstützung über alle Städte Italiens ausgedehnt und Trajan sie derart erweitert, daß in Rom allein bis zu 5000 arme Kinder von der Regierung unterstützt wurden. Mag auch

[1] Geschichte der Zivilisation in England, deutsch von Ruge, Leipzig und Heidelberg 1868, I. Bd. S. 44.

die Rücksicht oder Vorsicht betreffend die Ausfüllung künftiger Lücken im Heere dabei mitgewirkt haben, ein Akt der Mildthätigkeit blieb es gleichwohl. Als aber das Christentum der Sache sich annahm, lag der wesentliche Unterschied in der Quelle. LECKY sagt: »Das Christentum machte zum erstenmale die Wohlthätigkeit zu einer fundamentalen Tugend, indem es ihr einen ersten Platz in dem sittlichen Typus und in den Ermahnungen seiner Lehrer anwies.« (A. a. O. II. S. 64.) Die Begeisterung, mit welcher die Christen der Armut, wo immer sie sich fand, zu Hilfe eilten, Kranke und Alte, die fremden wie die eigenen, pflegten, inmitten der verheerendsten Seuchen um ihre Bischöfe sich scharten, unerschütterlich Stand hielten und ihre Toten begruben, zog bald die Aufmerksamkeit der Römer auf sich. Allein umsonst bemühte sich JULIAN, innerhalb der Grenzen des Heidentums ein wetteiferndes Wohlthätigkeitssystem hervorzurufen. Es fehlte das belebende Motiv und unnachahmlich erhoben sich ringsum christliche Spitäler und Versorgungshäuser. Eigentliche Irrenanstalten gab es nicht vor dem Jahre 1400, da die in Jerusalem für Anachoreten, welche durch ihre Kasteiungen irrsinnig geworden waren, errichtete Wartestätte keinen allgemeinen Charakter hatte; aber endlich gab es auch das, und zwar nur durch die Christen. Das Überwältigende dieser Werkthätigkeit des neuen Glaubens wird gewöhnlich viel zu wenig berücksichtigt.

Allein die Schattenseiten fehlten auch da nicht, und in wahrhaft erschreckender Weise schildert LECKY das Überhandnehmen des religiösen Wahnsinns, des natürlichen Ergebnisses eines Enthusiasmus, der alles that im Hinblick auf ein zu erreichendes Himmelreich und in der folternden Seelenangst vor ewigen Höllenqualen. Je weiter wir ins Mittelalter vordringen, desto häufiger erscheinen die von bösen Geistern Besessenen oder mit einer besonderen himmlischen Mission Betrauten, die dann in der Regel den Tod in den Flammen fanden. Aber noch eine andere traurige Folge hatte jener allzu hochgradige Enthusiasmus: daß nämlich, wie selbst LECKY zugibt, »ein großer Teil der wohlthätigen Anstalten gerade die Armut vergrößert hat, welcher abgeholfen werden sollte.« (A. a. O. II. S. 73.) Es war nur zu natürlich. Im Glauben, den es zu verherrlichen galt, lag der Antrieb und lag auch das Ziel. Ein jeder wollte vor allem sich den Himmel sichern, und da es echt christlich war, auf die Werke nicht zurückzublicken, konnte leicht der Erfolg ein nicht beabsichtigter sein. Ähnlich verhielt sich's mit den Unterrichtsanstalten, deren Wert man nicht verkennen, aber auch nicht überschätzen darf. Die Klöster errichteten Volksschule um Volksschule, allein in den Klöstern wurden auch die Wissenschaften gepflegt, und die Lebensanschauung, die man von dort mit nach Hause brachte, beruhte auf dem Grundgedanken, daß der Tod nicht etwas Natürliches, sondern eine Strafe sei. Welches einseitige Gepräge damit der Moral aufgedrückt war, liegt auf der Hand, und merkwürdigerweise wurde zugleich der Irrtum als straffällig und der bloße Zweifel als schwere Sünde bezeichnet. Mit Recht sagt LECKY: »So wurde denn der Glaube an die Strafbarkeit des Irrtums und des Zweifels allgemein und man kann es zuversichtlich aussprechen, daß dies der verderblichste Aber-

glaube war, der jemals in der Menschheit Aufnahme fand. Erst als die Erziehung Europas von den Klöstern auf die Universitäten überging, erst als die mohammedanische Wissenschaft, der freie Gedanke der Klassiker und die durch Industrie vermittelte Unabhängigkeit den Szepter der Kirche zerbrachen, begann das geistige Wiederaufleben Europas.« (A. a. O. II. S. 166.) Treffend bemerkt er ebendaselbst, daß man dem zufälligen Fleiße, den die Mönche auf das Abschreiben der alten Handschriften verwendeten, den Fleiß gegenüberzustellen habe, mit dem sie auch zu radieren verstanden. Die klassische Litteratur verdankt ihnen viel; aber glücklicherweise waren sie nicht deren einzige Bewahrer, so daß es nicht nur möglich gewesen ist, die von ihnen zu heiligen Zwecken verstümmelten Texte wieder herzustellen, sondern von einem Untergang der klassischen Litteratur, falls die Mönche nicht gewesen wären, nur gänzliche Unkunde reden mag. Um völlig verschwinden zu können, hatte sich das geistige Leben der heidnischen Kaiserzeit über eine viel zu große Strecke des Erdballs verbreitet und frühzeitig genug in weltlichen Hochschulen — Narbonne, Arles, Bordeaux, Toulouse, Lyon, Marseille, Poitiers, Trier — eines uneigennützigen Schutzes sich erfreut. Die Mönche haben genützt; aber die übliche Übertreibung ihres Nutzens erinnert an das geistvolle Wort CICERO's über einen Gefangenen, der, seit vielen Jahren gewohnt, das Licht nur durch eine Spalte der Mauer in seinen Kerker dringen zu sehen, zu der Meinung gekommen war, infolge einer Beseitigung der Mauer würde das ganze Licht abgesperrt, weil die Spalte, die es durchließ, nicht mehr vorhanden wäre.

Wenden wir uns wieder dem ersten Teile des obersten christlichen Gebotes zu und betrachten wir im Lichte der Geschichte die in Gott sich aufhebende Selbstliebe, wie wir sie bereits sozusagen reflektiert in der Nächstenliebe zu beobachten Gelegenheit hatten. Es liegt im Wesen der Heiligkeit, zu der die in Gott sich aufhebende Selbstliebe führt, den Geist wie das Gemüt von allem Irdischen abzulenken: die ganze Lehre gipfelt in der Frage der Keuschheit. Wie kritisch auch der Punkt sein mag — es ist charakteristisch, daß, während der christliche Moralist dieses Wort ohne Scheu in den Mund nimmt und die katholischen Lehrbücher für Mädchen bis zum Cynismus es wiederholen, jedes ethisch erhobene Wesen von einem tiefinnern Schamgefühl, es auszusprechen, abgehalten wird — wir können hier seiner Erörterung nicht aus dem Weg gehen. Die heikelste Seite der Sache haben wir soeben berührt, den Begriff des Schamgefühls jenem Begriff, mit dem er oft verwechselt wird, entgegensetzend. Die Scham ließe sich bezeichnen als das sicherste Symptom echter Sittlichkeit. Anerzogen wie das Gewissen, begleitet sie das Bewußtsein jeder Leistung, und es ist ein gänzliches Verkennen ihres eigentlichen Wertes, sie nur auf das eine Moment beziehen zu wollen. Das Bewußtsein der Leistung ist das Entscheidende, weshalb sie der sogenannten Unschuld, die nicht weiß, was sie darstellt, fremd ist. Wir sehen ganz ab von allem Verwerflichen, dessen man sich schämt, weil die Schuld zu einer eigenen Modifizierung dieses Begriffs führt, und haben nur schöne und edle Leistungen im Auge ohne alle Rücksicht auf das, was man im gemeinen

Leben Verdienst nennt. Es kann diese Leistung eine vorzügliche That, aber auch nur eine an der Person haftende Eigenschaft, z. B. der Kraft, der bloßen Schönheit, sie kann daher auch einfach die Erscheinung der Person selbst sein. Ist die Person eine ethisch erhobene, so wird mit dem, was wir da Leistung nennen, eine sanftbeglückende Seelenbewegung verbunden sein, die im Gefühl des Nichtverdienten bei der leisesten Anerkennung bis zum Erröten sich erwärmt. Die Lateiner hatten dafür den Ausdruck verecundia, während sie den Ausdruck pudor dem einen Moment vorbehielten, das sich auf die Übertretung eines bestimmten, mit besonderer Strenge eingeschärften Gebotes bezog. Von einem etwaigen Gebot oder Verbot haben wir aber abzusehen. Auch da handelt sich's im Grunde um eine Leistung, um die Hingebung des Wertvollsten, das wir haben, unserer ganzen Person: die Seelenbewegung ist dieselbe und wir verstehen sie nur, wenn wir sie in ihrer Allgemeinheit erfassen.

Auf die Gefahr hin, von allen, welche in die Anschauung der landläufigen Moral sich festgerannt haben, falsch beurteilt, aber dafür auch im vollen Vertrauen, von jenen, welche unsern Begriff der Sittlichkeit erfassen, ganz verstanden zu werden, wollen wir in Assumpcion, der Hauptstadt von Paraguay, einen Ball besuchen. In diesem Lande ist in den Jahren 1864—1869 durch die furchtbaren Kriege mit den drei Oststaaten Südamerikas — Brasilien, Argentinien und Uruguay — die Bevölkerung von 1 300 000 auf 300 000 Seelen gesunken. Die Männer sind dabei so mörderisch hingerafft worden, daß jetzt deren Einer auf dreißig Weiber kommt. An eine Ehe ist da nicht zu denken. Die Mädchen, welche den Bürgerstand, die gewerbtreibende Klasse bilden, werden von Hugo Zöller[1], einen etwas gar zu leidenschaftlichen Hang zum Rauchen abgerechnet, als sehr anständig und liebenswürdig geschildert. Wir verweisen jene, die näheres über sie erfahren wollen, auf sein hochinteressantes Buch. Hierher gehört nur ein kurzes Zwiegespräch, das er zwischen einem seiner Reisegefährten und einem reizenden Landeskinde auf einer Tanzunterhaltung erlauscht hat.

»Doña Luz, willst Du mich heiraten?«

»Das kennt man hier zu Lande nicht.«

»So! Und was kennt man denn?«

»Man liebt.«

»Nun, Doña Luz, willst Du mich lieben?«

Das Mädchen schwieg, und als die Frage wiederholt wurde, antwortete sie nach längerem Zögern:

»Ja, ich weiß nicht, ob ich werde Sympathie für Dich empfinden können?«

»Und wie, mein liebes Kind, wirst Du das wissen?«

»Wenn Du mir eine Blume bringst.«

»Wieso eine Blume?«

»Ja, wenn Du täglich an mir vorüberkommst, dann will ich sehen, was ich fühle.«

[1] Pampas und Anden, Sitten und Kulturschilderungen aus dem spanischredenden Südamerika. Berlin und Stuttgart 1884, S. 97.

Zöller macht dazu die treffende Bemerkung: »Ist das Unsittlichkeit, wie wohl irgend ein europäischer Sittenrichter behaupten würde, oder ist es die wahre, die natürlichste, weil nicht von Zwang und Konvention abhängende Sittlichkeit des Weibes?« — Und wir fragen: Ist das sittlich, wenn das europäisch gebildete Mädchen aus freiem Antrieb eine Konventionsheirat schließt und sich hingibt, ohne zuerst um die Blume des Herzens sich zu kümmern? Keineswegs; aber moralisch ist es, insofern die europäische Moral jene Freiheit der Verfügung über die eigene Person nicht kennt, dagegen Modalitäten kennt, unter welchen es erlaubt ist, um einen bestimmten Preis — Geld und Geldeswert sind vom sittlichen Standpunkt aus eins — sich zu verkaufen.

Das Bild echter Weiblichkeit, das aus jener flüchtigen Szene uns entgegenlächelt, kennzeichnet vollständig die Tugend, die wir meinen, in ihrer natürlichen Zartheit nur dem Reif einer unberührten Frucht vergleichbar und dem Weibe so unerläßlich als dem Manne der Mut. Es ist ein Zauber, unzertrennlich von jedem ethisch feingebildeten Gemüt und einen Bann um sich verbreitend, den nur echte Liebe ungestraft zu brechen vermag. Wir sagen ungestraft, weil in jedem andern Fall, in welchem nämlich nicht die richtige Neigung zwei zu einem erhebt, der Bruch des Bannes — wir reden von hochentwickelten Wesen, welchen der Begriff Person klar ist — durch ein tiefes Gefühl der Unlust sich rächen muß. Die christliche Moral geht aber weiter. Ihr genügt es nicht, den natürlichen Zustand durch die Liebe sich läutern zu lassen; sie verdammt ihn unbedingt und schafft einen neuen Begriff und mit ihm ein Gesetz, dessen Übertretung Sünde ist. Diese Sünde kann unter bestimmten Bedingungen aufhören einzutreten; allein der auf diese Begünstigung verzichtet und ganz entsagt, nimmt moralisch die höhere Stufe ein. Mit der Erhebung der Ehe zu einem Sakrament hat die Kirche von dieser Verbindung zwischen Mann und Weib das Sündhafte abgestreift: die Ehe ist gut und die Ehelosigkeit ist nur das Bessere. Wir wollen nicht kirchlicher sein als die Kirche. Zudem sind wir im stande, die ganze Herrlichkeit eines Menschen zu würdigen, der danach organisiert, jedem irdischen Genuß entsagt und selig in Gott dahinstirbt. Allein wir betrachten dies als einen Ausnahmsfall und darum fordern wir für ihn eine entsprechende Organisierung. Ist diese nicht vorhanden, dann tritt, anstatt einer natürlichen Verklärung, eine widernatürliche Verzerrung ein, ein häßlicher Kampf, der wie alles moralisch Unschöne unsittlich ist. Man wende nicht ein, der Widerstreit sei kein widernatürlicher, weil alles, was aus der Natur sich entwickelt, natürlich sei. Eine verschrobene Entwickelung gerät allerdings nicht in Streit mit sich selbst, aber sie liegt von Haus aus in Streit mit der naturgemäßen Entwickelung, welcher sie diametral widerspricht. Und die Kirche stellt das eine Ideal für alle hin, allen zurufend: dieser Weg führt am sichersten zur ewigen Glückseligkeit. Allerdings unterscheidet sie zwischen Berufenen und Auserwählten, aber sie thut es nicht im Tone der Warnung und jeder glaubt, zu den Auserwählten sich emporschwingen zu können.

Mit mathematischer Klarheit entnehmen wir der Weltgeschichte

die Richtigkeit unserer Anschauung. Der Glaube an eine zukünftige Welt, den Pythagoras und Platon angebahnt hatten, wurde mehr und mehr zum Gemeingut des Volkes und es begann eine Art Wettkampf zwischen den Wüstenheiligen und den in Männertracht sie besuchenden Frauen, wie zwischen den Einsiedlern und Klöstern, der nur zu bald übers Ziel hinausschoß. Schon die Zahl der dem Klosterleben Geweihten — nach Lecky (II. S. 85) in der ägyptischen Stadt Oxyrynchus allein 20 000 Frauen und 10 000 Männer — beweist, mit welchem Ernst, mit welcher Leidenschaftlichkeit diese Reise nach dem Glück angetreten wurde. Ist es nicht reiner Wahnsinn, wenn Macarius von Alexandrien als Vorbild gepriesen wurde, weil er, mit 80 Pfund Eisen belastet, sechs Monate in einem Sumpf geschlafen, seinen nackten Körper den Stichen giftiger Fliegen aussetzend? War damit nicht selbst die Schamhaftigkeit in ihr rohestes Kehrbild umgestülpt? Es war die Heiligkeit als Raserei. Was sich nur erfinden ließ an Kasteiungen und Martern, um die verwünschte Natur auszutreiben, die immer herrischer wiederkehrte und unter Geißelhieben ihre scheußlichsten Orgien feierte, wurde erfunden und zur Anwendung gebracht. Die Unmenschlichkeit zog immer weitere Kreise: zuerst vergaß man der früheren Freunde; dann kannte man seine eigenen Eltern nicht mehr; endlich ließ man das eigene Kind verschmachten, ehe man einen Schritt vom Pfade gewichen wäre, der den Eingang in den Himmel versprach. Die Askese ließ Erscheinungen zu Tage treten, die in ihrer ganzen Abscheulichkeit, ja Unglaublichkeit in den Legenden erzählt werden, von welchen der ehrliche Lecky sagt, daß nicht die Einzelheiten der Erzählung, die mitunter gar nicht wahr sein können, sondern der Geist, in welchem erzählt wird, das Ausschlaggebende sei. Was man vertilgen wollte, war die Lust zur Ehe, die man als Folge des Sündenfalls nur von ihrer niedrigsten Seite betrachtete und dabei in eine Wut sich hineinpeitschte, die den h. Hieronymus zu dem Kraftwort hinriß: »Schon ist an die Wurzel der Bäume die Axt gelegt, die mit der evangelischen Reinheit den Wald der gesetzlichen Hochzeiten niederhauen wird.« (Epist. CXXIII.) Wir wollen nicht pikant werden und schließen diese Schilderung mit Lecky's Worten: »Die asketische Richtung war eine der beklagenswertesten in der Sittengeschichte der Menschheit.« (A. a. O. II. 87.)

Die Zeit der Askese, die erst mit dem Ende des Mittelalters zu verschwinden begann, dürfte wohl nicht mehr aufleben, wenn es auch immer einzelne geben wird, die in ihr das ihnen allein zusagende Glück finden und für die Menschheit das einzig wahre Heil erblicken werden. Der Protestantismus hat in das Prinzip des Cölibats eine bleibende Bresche geschossen und die christliche Moral wird sich immer mehr der Läuterung des irdischen Lebens zuwenden. Darum ist aber doch die Menschheit vor Rückfällen nicht gesichert; denn es liegt im Wesen der Moral — das lehrt die Geschichte der ältesten bis auf die jüngsten Tage — daß die herrschenden Kreise sie benützen, um die ihnen homogenen Zustände zu stabilisieren. Die Moral verfolgt immer einen außerhalb des Menschen liegenden Zweck. Während die Sittlichkeit, wie wir dies bei den Stoikern und Epikuräern gesehen haben,

den Menschen als Selbstzweck betrachtet und demgemäß unantastbare Prinzipien aufstellt, läßt sich die Moral vornehmlich von Opportunitätsgründen leiten. Ihre Ziele sind das erste, und daß die bedeutendsten Streiter für die Lehre Jesu den Satz in Schwang gebracht haben: Der Zweck heiligt die Mittel, spricht wie nichts für unsere Unterscheidung zwischen Moral und Sittlichkeit. Als Jesus sagte: Mein Reich ist nicht von dieser Welt — da sprach der Stoiker aus ihm, der die Güter dieser Welt verachtete und in der Selbstvollendung eine höhere Welt erblickte. Erst die Kirche hat, ihn beim Wort nehmend, die »andere Welt« wörtlich genommen, um später — zu diesem Nachweis genügt ein flüchtiger Blick in die Geschichte der päpstlichen Macht — erst recht als ein »Reich dieser Welt« sich zu entpuppen. Wäre der »Vater im Himmel« geblieben, als was Jesus ihn nannte, das Ideal der Vollkommenheit: der oberste Grundsatz des Christentums würde nicht von einem hochsittlichen zu einem bloß moralischen herabgesunken sein. Die Sittlichkeit ist die Seele der hochentwickelten menschlichen Erscheinung; die Moral ist die Seele der jeweiligen sozialen Entwickelung: aber diese ebnet jener den Weg, indem sie das Gewissen herausbildet und den Einzelnen gewöhnt, der Gesamtheit sich zu unterwerfen.

Betrachten wir die Moral vom Standpunkt der sozialen Entwickelung, so erscheint sie uns als mit dieser in einen unversöhnlichen Streit verwickelt. Die Moral fordert Vervollkommnung aller; die soziale Entwickelung dagegen folgt einer Fahne, die aus unendlicher Ferne winkt und vor der die Worte leuchten: Beglückung aller. Der Träger dieser Fahne ist unsichtbar, während die Träger aller Fahnen, auf welchen die Beglückung eines Einzelnen geschrieben steht, jedem Auge sichtbar sind. Der Träger jener Fahne ist der Genius der Menschheit. In ihrer Aufschrift spiegelt sich, was der allgemeine Glückseligkeitstrieb in die Brust aller geschrieben hat. Die Wahrheit des unerreichbaren Zieles liegt in der Wirklichkeit des allgemeinen Strebens, und die Unmöglichkeit des Ideals haben drei große Denker — Helvetius, Hutcheson, Bentham — ins Mögliche übersetzt mit den Worten: »Größtmögliche Glückseligkeit der größtmöglichen Anzahl.« Daß der Weg, den diese Worte erschließen, der Weg der Sittlichkeit ist und zur Vervollkommnung führt, läßt sich rein wissenschaftlich begründen. Der Weg, den die Moral vorschreibt, setzt die Gewalt eines äußeren Zwanges oder eines inneren Glaubens voraus. Diese beiden überschreiten den Bereich der wissenschaftlichen Behandlung, und fehlen sie, so geht niemand diesen Weg. Das gab auch Kant zu durch die Aufstellung seiner Postulate der praktischen Vernunft, welche allein auf Glauben beruhen. Glücklicherweise fehlt der Glückseligkeitstrieb in keiner menschlichen Brust und gibt es kein wahres Glück, auf fremdes Glück gegründet. Den Irrtum gibt's; aber dieser ist der größte, wenn auch der weitläufigste Lehrer der Menschheit. Und wenn die Griechen das Schöne dem Guten gleichstellten und das Gute thaten, weil sie es schön fanden, so hat der Glückseligkeitstrieb ihre Sittlichkeit begründet. Darum wird die

Ethik immer wieder auf sie zurückkommen. Gäbe es die Sittlichkeit nicht, die wir meinen, dann gäbe es gar keine Moral; denn die Begründer aller edlen Moral sind selber durch die Sittlichkeit zur Moral gekommen. Die Andern aber sollen den entgegengesetzten Weg gehen! Sie gehen ihn auch und zum Vorteil des großen Ganzen, und werden ihn gehen, solang das Kompelle wirkt. Der Ethiker jedoch, der die Kraft des fremden Antriebes schwinden sieht, schätzt sich glücklich, nachweisen zu können, daß es jenseits der Grenzpfähle der Moral eine Sittlichkeit gibt. Daß es ihm nur um die Moral zu thun ist, wenngleich in einem weitern Sinn, meinen die Moralisten nicht zugeben zu können; daher der Streit.

Unbekümmert um diesen Streit geht die soziale Entwickelung ihren Gang. Daß es vorwärts geht, beweist die fortwährende Erweiterung des Kreises jener, die an der Bildung, Wohlfahrt und Besorgung der öffentlichen Angelegenheiten teilnehmen. Die soziale Frage ist identisch mit der steten Erweiterung dieses Kreises. Diese Frage gibt es, seit es eine menschliche Gesellschaft gibt, und es liegt in ihrer Natur, von Zeit zu Zeit aktuell zu werden, weil der Fortschritt kein ununterbrochener sein kann, wie es auch in ihrer Natur liegt, nie ganz gelöst werden zu können, weil alle Vollkommenheit auf Erden unerreichbar ist. Nur dem extremsten Optimismus gelingt es, eine vollständige Lösung der sozialen Frage für möglich zu halten. Wollte man aber auch annehmen, der Erfindungsgeist des Menschen könne mit der Zeit allem Elend und Ungemach Schranken setzen und jede nicht geistige Arbeit durch Maschinen verrichten lassen, so daß die Menschen, von jeder Not befreit und alle auf dieselbe Stufe sittlicher Entwickelung gebracht, sich nicht mehr befehden würden: die ungünstige Lage vieler Teile dieses Erdballs würde noch immer der allgemeinen Beglückung unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen. Wollte man aber auch dies als eine bloße Frage der Zeit betrachten, so wäre die Zeit, an die man dabei denkt, eine so ferne, daß bei ihrem Eintritt der Rückgang in der Entwickelung unserer Erde bereits sehr fühlbar sein wird, woraus neue Schwierigkeiten sich ergeben würden, die selbst den äußersten Optimismus zum Nachdenken bringen müßten.

Sowenig wir demnach eine vollständige Lösung dieser Frage für möglich halten, so sehr gilt uns eine starke Annäherung an ihre Lösung für möglich und daher ein Erstreben dieser Annäherung für geboten. Nichts ist merkwürdiger als die Scheu, welche alle richtigen Moralisten und zwar im Interesse der Moral vor der Lösung dieser Frage empfinden. Diese Scheu ist so charakteristisch, daß wir nicht anstehen, alle Moralisten, welche diese Scheu nicht teilen, als solche zu erklären, die nicht den engen moralischen, sondern den breiten sittlichen Standpunkt einnehmen. Der scheinbare Unterschied zwischen diesen letzteren und den ausgesprochenen Ethikern dreht sich nur um Worte. Die Angst vor einer allzu großen Ausdehnung des genannten Kreises, als ob gleich die ganze Gesellschaft aus den Fugen gehen müßte, beruht nur auf einer mangelhaften Geschichtskenntnis. Zur Zeit der Gracchen meinten viele, mit dem Eigentum von Grund und Boden sei es vorbei. Und darüber

sind zweitausend Jahre hingegangen. Den Kreis, von dem wir sprechen, bildeten einst nur wenige Häuptlinge: später gesellte sich zu diesen eine beschränkte Zahl von Edlen; viel später — die Sklaven wollen wir nicht noch einmal hervorheben — bestand jener Kreis nur aus dem Adel und dem Klerus. So groß wie die Erweiterung, welche dieser Kreis erfahren hat, als das Bürgertum die Arena der politisch-sozialen Berechtigung betrat, und welche für die Zivilisation von unberechenbarem Nutzen gewesen ist, wäre keinesfalls die Eweiterung, die der sogenannte vierte Stand, zu den Rechten gelangend, welchen er gewachsen ist, herbeiführen würde. Er steht längst nicht mehr ganz außerhalb des Kreises, wie es auch in Wahrheit keinen vierten Stand geben kann, wenn es keinen ersten, zweiten und dritten Stand mehr gibt. Ein Wirkungskreis, der die Leistungsfähigkeit überschreitet, ist in die Länge nicht haltbar, weil naturgemäß das große Ganze sich dagegen auflehnen würde wie gegen eine etwa sich verwirklichende Vernichtung der freiheitlichen Güter, durch deren cynische Verachtung die radikalen Sozialisten Fühlung gewonnen haben mit den radikalen Rückschrittlern. Das große Ganze, das schließlich immer die Schädlichen wie die Unnützen hinweg zu fegen weiß, darf eben nicht verwechselt werden mit einzelnen Gruppen, die gern sich dafür ausgeben und hier unter Reform die Konsolidierung längst abgelebter Verhältnisse verstehen, dort die Reform zwar ernst nehmen, aber nicht einsehen, daß der drohende Umsturz seine Hauptkraft zieht aus ihrem eigenen Mangel an Einigkeit, Energie und Selbstaufopferung. Das Schwanken der gegenwärtigen Zustände, die nach dem Mittelalter duften, ohne ein allgemeines Entsetzen hervorzurufen, hat seinen Hauptgrund in der Diskrepanz zwischen der landläufigen Moral und einer echten Sittlichkeit. Die soziale Frage ist wieder aktuell, weil die moderne Gesellschaft einer Verjüngung bedarf. Darum zittert der Moralist vor den Dingen, die da kommen, und blickt ihnen der Ethiker geruhig ins Auge. Jener ist auf das Eingreifen von oben angewiesen; dieser kennt nur notwendige Entwickelung. Jede Erweiterung des Kreises, der an den Wohlthaten der Zivilisation unmittelbar teilnimmt, ist bislang von Nutzen gewesen. Es wird wieder so sein, und nicht am wenigsten wird dabei die Sittlichkeit gewinnen.

Graz 21. Juli 1884.

Über die Entwickelung des Weltalls und den ewigen Kreislauf der Materie.

Von

L. Zehnder in Basel.

(Mit 1 Holzschnitt.)

(Schluß.)

Die bisherigen Untersuchungen vermochten einen vorläufigen Einblick in die Entstehung unserer Sonne, der Planeten und Satelliten zu geben. Das rätselhafteste des Systems, die Kometen und ihr Ursprung sind damit noch nicht erklärt. Es sind deshalb weitere Betrachtungen an die Entwickelung der Nebelmassen zu knüpfen. Fassen wir den Nebel im Schützen (Fig. 3) ins Auge und nehmen wir an, die Kontraktion habe gegen ein annähernd in der Mitte liegendes Zentrum längs der bestehenden Schwerlinien stattgefunden. Je weiter die einzelnen Bestandteile von jenem Zentrum entfernt liegen, um so geringer ist die ausgeübte Anziehungskraft, und zwar erfolgt die Kraftabnahme proportional dem Quadrate der Entfernung. Es ist also die größte Wahrscheinlichkeit, ja sogar völlige Gewißheit vorhanden, daß die äußersten Teile der Attraktion nicht schnell genug folgen können und daß infolge dessen die Schwerlinien an einer Stelle zerreißen. Alle inneren Teile vereinigen sich nun und bilden das oben entwickelte System, während die äußeren Teile, welche der Anziehungskraft nicht genügend Folge leisten konnten, fast ruhig zurückbleiben, in einem großen Ring oder in einer Schale das innere System umschließend. So lange nämlich durch Vermittelung der Schwerlinien gewissermaßen eine V e r b i n d u n g mit den innen befindlichen Massen bestand, war die Anziehung eine größere, weil jedes Teilchen auf seine Nachbarn eine größere Anziehung als die größte Masse in entsprechend größerer Entfernung ausüben kann, wie das Gravitationsgesetz zeigt. Wenn die äußersten Massen nach innen nur Hohlräume neben sich haben, so kann bei den ungeheuren Entfernungen von ihrem Attraktionszentrum ganz wohl die Anziehung der Gesamtheit der a u ß e r h a l b liegenden Teile auf einen innen befindlichen Körper die Oberhand gewinnen und auf diese Weise bewirken, daß die Hülle der äußersten Teilchen außerordentlich langsam gegen ihr gemeinschaftliches Attraktionszentrum sich bewegt. Bei dieser verhältnismäßigen Ruhe dauert aber das Spiel der anziehenden Kräfte der Teilchen unter sich fort, es bilden sich unter ihnen größere Attraktionszentren, welche ihrerseits in Rotation versetzt werden. Nur entwickelt sich alles verhältnismäßig viel langsamer. Schon in der ursprünglichen Gasmasse ist die Dichtigkeit geringer in den äußeren Teilen als im Innern, es muß

also dort die Gravitation der Teilchen unter einander eine entsprechend geringere, weniger lebhafte sein, so daß sich viel leichtere Rotationssysteme mit im Verhältnis zu den Distanzen viel kleineren Massenteilchen bilden müssen. Alle diese kleinen Sonder-Rotationsscheiben kommen doch mehr und mehr in den Bereich ihres gemeinsamen Zentralkörpers, der Sonne, werden stärker angezogen und würden sich direkt in dieselbe stürzen, wenn nicht die schon gebildeten Schwerringe oder die daraus entstandenen Planeten eine so starke seitliche Anziehung auszuüben vermöchten, daß die Scheiben nicht genau in die Sonne, sondern neben ihr vorbei fahren müssen. Sie werden dadurch in sehr langgestreckte elliptische Bahnen gezogen, in welchen sie die Sonnennähe wieder verlassen, um in ihre ursprünglichen Sphären zurückzukehren. Solche Systeme werden sich nur ganz zufällig in der Ebene der Planetenbahnen bewegen. Viel häufiger müssen sie aus fast senkrechten Richtungen herkommen, weil sich in diesen Richtungen viel größere leere Räume befanden, infolge der Ausbreitung einer ursprünglich rundlichen Masse in eine flache Rotationsscheibe. Wenn aber ein solches System von kleinen flüssigen oder festen Körpern, die wir im allgemeinen Meteoriten nennen, in sehr langgestreckter elliptischer Bahn unsere Planetenbahnen kreuzt, so bezeichnen wir dasselbe mit dem Namen eines Kometen. Wie dieselben uns sogar als beschweifte Kometen erscheinen können, habe ich in der Abhandlung: »Über den Bau der Kometen« im Kosmos 1884 Bd. I deutlich auseinandergesetzt. Aus dem so abgeleiteten Ursprung der Kometen ergibt sich, wenn die Bahn völlig bekannt ist, wohl in allen Fällen auch die Richtung, in welcher der Komet die betreffende Bahn durcheilt. Es muß nämlich derjenige Knoten, welcher vom Kometen zuerst durcheilt wird, weiter von der Sonne entfernt sein als der andere. Die den Kometen seitlich ziehenden Attraktionskräfte der Planeten ergeben dies von selbst.

Wenn irgend ein Körper einmal in absoluter Ruhe, also mit der Geschwindigkeit gleich Null unserem Sonnensystem angehört hat, so wird er dasselbe nie mehr verlassen, denn so sehr ihn Sonne und Planeten anzuziehen und ihn auf immense Geschwindigkeiten zu bringen vermögen, wenn er sich ihnen nähert, eben so sehr nehmen sie ihm die erteilte Geschwindigkeit wieder ab, wenn er sich von ihnen entfernt. Die in denselben gelegte und nachher von ihm wieder geleistete Arbeit sind einander gleich, er wird also in derselben Entfernung von der Sonne, in welcher er sich einmal in Ruhe befand, zum mindesten wieder in Ruhe kommen müssen, er kann unser Sonnensystem nie mehr verlassen. Er wird sich im Gegenteil, wenn der Äther als widerstehendes Mittel in Betracht kommt, der Sonne mehr und mehr nähern. Dieser Satz ist übrigens durch die Potentialtheorie schon längst schlagend bewiesen worden.

Wenn wir uns aber rings um unser Sonnensystem andere Weltsysteme denken, die sich in ganz gleicher Weise gebildet haben, die also auch ihre Bestandteile nie mehr aus ihrem Bereich entfliehen lassen, so ist klar, daß alle unsere Kometen wirklich dem Sonnensystem angehören, und ihm stets angehört haben. Von »Boten aus der fernen Sternen-

welt« kann hier im allgemeinen wenigstens nicht die Rede sein, es müßte denn irgend ein der Sonne benachbarter Fixstern, welcher ebenfalls von kometenähnlichen Trabanten umkreist wird, sich derselben so außerordentlich nähern, daß die Anziehungskraft unserer Sonne diejenige jenes Sterns bedeutend überragte und so einzelne Trabanten herüberzuziehen vermöchte — oder umgekehrt. Bei den ungeheuren Distanzen, die sich fast gleich bleiben, während sich die verschiedenen Teile des Sonnensystems ihrem Zentralkörper beständig nähern, wäre ein solcher Vorgang des Kometen-Wegstehlens ein sehr eigentümlicher und merkwürdiger Zufall. Nur bei Zugrundelegung von Grenzfällen und bei völliger Richtungsänderung der Kometenbahn durch die Planeten ist ein Übertreten eines Kometen in ein anderes Sonnensystem überhaupt denkbar, so unwahrscheinlich auch jene Zufälle gleichzeitig eintreten mögen. Wenn z. B. ein in Entstehung begriffener Komet an der äußersten Grenze des Bereiches der Sonnen-Attraktionskraft und zwar in einer Richtung sich befindet, in welcher die benachbarten Fixsterne viel weiter als nach allen andern Richtungen entfernt liegen, so kann durch andere Einflüsse, durch Perturbationen der Komet aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt werden. Wenn er nun auf seiner Bahn so geringe Widerstände gefunden hat, daß er in anderer Richtung wieder gleich weit sich von der Sonne zu entfernen vermag, wie er ursprünglich war, so wird er allerdings in den Bereich des in jener neuen Richtung der Sonne nächst benachbarten Fixsternes gelangen und um ihn zu kreisen gezwungen werden. Doch wird der Äther als widerstehendes Mittel dafür sorgen, daß kein Komet sich nach einem Umlauf wieder soweit wie vorher von der Sonne zu entfernen vermag, und werden also jene Grenzfälle vielleicht gar nie vorkommen. Überdies hat sich bis zu einem ganzen solchen Kometenumlauf das gesamte Sonnensystem merkbar kontrahiert, und muß auch aus diesem Grunde nach jedem Umlauf die Apheldistanz des Kometen kleiner werden.

Man mag einwenden wollen, es seien viele Kometen mit kurzen Umlaufszeiten da, die sich anfänglich, als die Planetenbildung noch nicht weit gediehen war, gewiß nicht durch die ganze Atmosphärenschicht durchdrängen konnten. Allerdings! Systeme, welche solche Versuche machten zu einer Zeit, da noch eine bis zum Neptun und darüber hinausreichende Sonnen-Atmosphäre existierte, wurden unzweifelhaft in die Rotationsscheibe aufgenommen und darin gewissermaßen aufgelöst. Alle Kometen aber, die erst nach völliger Kontraktion der gewaltigen Atmosphären in die Sonnennähe kamen und also nur den luftleeren Raum zu durcheilen hatten, fanden keine unübersteiglichen Hindernisse auf ihrem Wege. Sie konnten ihre Bahnen behaupten, und wenn auch die Umlaufszeiten fortwährend kürzer, die Bahnen kleiner ausfielen, so mußten sie doch außerordentlich viele Umläufe vollenden, bis sie uns in ganz kleinen, leicht erkennbaren Ellipsen sichtbar wurden. Wenn sehr viele Sondersysteme so spät ihr Attraktionszentrum erreicht haben, daß bereits die Planetenbildung vollendet war, so läßt sich dies wohl begreifen. Als das ganze Sonnensystem noch im Gaszustand sich befand, war es nicht ringsum vereinzelt; andere benachbarte Systeme machten

die gleichen Stadien durch, vermutlich ziemlich gleichzeitig, und die nahezu in der Mitte zwischen zwei Sonnen liegenden Teilchen blieben außerordentlich lange ruhig, weil die von den beiden sich langsam bildenden Attraktionszentren ausgeübten anziehenden Kräfte sich lange Zeit nahezu die Wagschale hielten. Endlich nach vielleicht Millionen Jahren siegte das eine Zentrum, zog die Masse in seinen Bereich, welch letztere bereits ein fast fertiges Planetensystem vorfand. Aus der außerordentlichen Anzahl solcher Meteoritensysteme — Kometen — welche im Lauf der Jahre in unserer Sonnennähe erscheinen und die nach allen Berechnungen Tausende von Jahren brauchen (bei wirklich parabolischen oder gar hyperbolischen Bahnen sogar unendlich viele Jahre bis zu ihrem Wiedererscheinen nötig hätten), müssen wir schließen, daß außerhalb des Neptun, vielleicht bis zu tausend- und mehrfacher Entfernung desselben von der Sonne, eine sehr große Zahl von Meteoritenschwärmen sich befindet, deren Gesamtmasse wohl eben so groß und größer als die Gesamtmasse unserer Sonne samt Planeten sein kann. Diese Schwärme mögen der Sonne noch so fern liegen, wenn nur immer der Wert: $\frac{M}{r^2}$, also die Gravitation in Beziehung auf unsere Sonne größer ist als für sämtliche anderen benachbarten Sterne, so lange ist der Schwarm im Bereich der Anziehungskraft der Sonne und wird ihr nicht entgehen. Wohl soll nachgewiesen worden sein, daß Kometen in parabolischen und sogar hyperbolischen Bahnen um die Sonne kreisten. Darauf möchte ich erwidern, daß die Kometenbahnen im allgemeinen weder genaue Ellipsen, noch Parabeln oder Hyperbeln sind; denn wir haben ganz besonders bei diesen das ganze Planetensystem durchsetzenden Trabanten die Anziehung aller Planeten (Problem der 3 Körper) in Rechnung zu bringen und bei so langgestreckten Ellipsen, wie sie von den Kometen beschrieben werden, kann die geringste Perturbation das kurze Bahnsegment, das uns sichtbar wird, als Parabel- oder Hyperbelabschnitt erscheinen lassen.

Die unendliche Zahl von Meteoriten ist es, welche unserer Sonne zur Erhaltung ihrer hohen Temperatur fortwährend Stoff zuführt und also dazu beiträgt, daß die Sonne Jahrtausende hindurch annähernd dieselbe Wärme auszustrahlen vermag. In der Abhandlung: »Über den Bau der Kometen« haben wir gesehen, daß jeder Komet oder Meteoritenschwarm eine große Zahl seiner Bestandteile in die Sonne stürzen läßt. Ein noch viel größerer Teil wird aus der ursprünglichen Bahn stark abgelenkt und die meisten von diesen abgelenkten Meteoriten kreisen nach der Ablenkung in Ellipsen mit immer kleiner werdender Exzentrizität um die Sonne, immer mehr bewirken die mächtigen Anziehungskräfte der Planeten ein Umlegen der Revolutionsebenen dieser Schwärme in die Planeten-Revolutionsebenen. Die Gesamtheit dieser Meteoriten bildet vermutlich das Z o d i a k a l l i c h t, welches aus zahllosen Lichtpünktchen besteht, die im Verhältnis zum Quadrat der Sonnenentfernung an Lichtintensität abnehmen. Ähnlich wie die Kometen mit ihrem entlehnten Licht und den unzähligen Lichtpünktchen ist uns auch das Zodiakallicht noch bis über die Erdbahn hinaus sichtbar und verliert sich nachher,

wenn die Entfernungen sowohl von der Sonne als auch von der Erde abnehmen, sehr rasch.

Wir haben nun unser Sonnensystem sich in den Zustand entwickeln lassen, in welchem es sich gerade jetzt befindet, und die Frage ist nun die, ob die Planeten in ihren jetzigen Bahnen ins Unendliche fortrollen oder ob Änderungen eintreten werden, wenn auch nur sehr langsame. Die erste Möglichkeit ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, ja sogar unmöglich. Alles und jedes im Raume deutet auf fortwährende Umgestaltung hin, alles ist veränderlich mit der Zeit, wie sollte es das Sonnensystem nicht sein? Wenn aber Veränderungen stattfinden, in welcher Weise sind dieselben möglich? Sollen sich alle Planeten allmählich von der Sonne entfernen und schließlich in ein ganz anderes System geraten, oder werden sich dieselben der Reihe nach in die Sonne stürzen? Diese Frage ist verhältnismäßig leicht zu beantworten. Wir fassen zu diesem Zwecke unsere Erde speziell ins Auge; die gleichen Betrachtungen gelten für alle andern Planeten.

Solange wissenschaftliche Astronomie gepflogen wurde, hat unsere Erde mutmaßlich genau dieselbe Entfernung von der Sonne gehabt, d. h. wir können wenigstens keine Änderungen nachweisen. Auch ist die Umlaufszeit der Erde um die Sonne seit Menschengedenken sich gleich geblieben. Wir wissen nun, daß ein Körper, mit beliebiger Geschwindigkeit sich im leeren Raume bewegend, immer mit derselben Geschwindigkeit in der ursprünglichen Richtung sich fortbewegt, wenn keine Kraft auf ihn einwirkt. Unsere Erde ist ein solcher Körper, der sich aber in annähernder Kreisbahn um die Sonne bewegt, weil die Gravitation der Sonne ihn stets aus einer geradlinigen Bahn ablenkt. Setzen wir für unsere Betrachtungen voraus, die Erde bewege sich seit undenklicher Zeit genau in einer Kreisbahn. Es bedingt dies, daß sich die Anziehungskraft der Sonne und die in die Erde gelegte Zentrifugalkraft genau das Gleichgewicht halten. Die erstere Kraft ist die Aktion, letztere nur die Reaktion. Wenn wir nun die Möglichkeit diskutieren, die Erde entferne sich doch mit der Zeit von der Sonne, so hieße das mit andern Worten, es existiere absolut kein irgendwie widerstehendes Mittel im Raume, denn ein solches müßte den gegenteiligen Effekt haben. Ferner müßte die Anziehungskraft der Sonne fortwährend abnehmen, denn eine Zunahme der Zentrifugalkraft selbst, welche nur die Reaktion darstellt, ist nicht denkbar, auf keine Weise. Die Attraktionskraft dagegen kann unbedingt bei gleichen Entfernungen von der Sonne nur abnehmen, wenn die Sonnenmasse abnimmt, also ein Teil derselben verdunstet, sich ganz in den Weltenraum verliert. Dies sind nun aber allen Beobachtungen völlig widersprechende Annahmen. Das Gegenteil von alledem findet statt. Erstens besteht ein widerstehendes Mittel, der Äther. Wenn derselbe noch so fein ist, so muß er doch eine Gegenwirkung, bei der ungeheuren Geschwindigkeit der Erde, ausüben, und wenn auch die dadurch bewirkte Annäherung der Erde an die Sonne nur 1 met. in einem Jahre betrüge. Ein zweites widerstehendes Mittel sind die unzähligen Meteoriten, welche in der Richtung gegen die Erdbahn derselben begegnend sich auf sie stürzen: kleine unbedeutende Wirkungen, welche

sich in einer Stunde im allgemeinen nur einige Male wiederholen. Aber die den Meteoriten von nur 10 Kilos innewohnende lebendige Kraft ist doch durchschnittlich mehr als 1 Milliarde Kilogramm-Meter, ein Wert, mit dem sich wenigstens rechnen läßt. Und der Tropfen höhlt zuletzt den Stein! — Drittens ist es eine unleugbare Thatsache, daß sich fortwährend kleine Körper in die Sonne stürzen, Meteoriten. Dadurch nimmt die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne beständig zu, indem zuerst der Sonnenäquator in schnellere Rotation versetzt wird. Diese beobachtete Thatsache ist ein genügender Beweis für das massenhafte Hineinstürzen von Meteoriten. Gleichzeitig wird die Sonnenmasse und also ihre Attraktionskraft fortwährend größer. Es besteht demnach gar kein Zweifel, daß sich die Planeten langsam aber sicher der Sonne nähern müssen, gerade so wie alle die kleinsten Körperchen, die Meteoriten, und daß sie sich auch schließlich einer nach dem andern in die Sonne stürzen, nachdem zuvor, aus genau denselben Gründen, die Satelliten sich mit ihren Planeten vereinigt haben. Wohl mag es vielleicht noch Millionen Jahre dauern, bis nur der Planet Merkur sich mit der Sonne vereinigt. Bis dahin könnte möglicherweise die Sonnenwärme etwas abnehmen, die Erdoberfläche sich entsprechend abkühlen. Durch den aufstürzenden Merkur würde dagegen der Sonne so viel Wärme zugeführt und müßte indirekt auch unserer Erde so viel mehr Wärme zukommen, daß man auf ihr eine plötzlich eintretende wärmere Periode zu verzeichnen hätte. Übrigens scheint seit dem Bestehen menschlicher Kultur die von der Sonne auf die Erde überstrahlende Wärme eher etwas zu- als abzunehmen, denn so weit uns die Geschichte Aufschluß gibt, ist die Region der höchsten Kulturfähigkeit stets langsam in der Richtung von der heißen gegen die kalte Zone vorgedrungen. Dieser Umstand spricht dafür, daß entweder der Sonne in Wirklichkeit mehr Wärme (in Form von Arbeit) zugeführt wird, als sie zu einer beständig gleichen Licht- und Wärmeentwickelung nötig hat, oder daß unsere Erde sich in Jahrtausenden ziemlich beträchtlich der Sonne nähert; oder endlich es ist jener Umstand ein Beweis für beide Vorgänge gleichzeitig. Wenn die Erde, vor Zeiten eine flüssige Kugel, nach ihrer Abkühlung und nach dem Übergang in eine feste Masse noch viel weiter von der Sonne entfernt war als jetzt, so konnte bei gleicher Sonnenwärme eine Eiszeit auf der Erdoberfläche Gletscher über weite Strecken der gemäßigten Zone verbreitet und großartige Moränen gebildet haben. Ebenso sicher mußte, bei Annäherung der Erde an die Sonne, eine allmähliche Zunahme der Wärme auf der Erdoberfläche statthaben.

Halten wir nun die angedeutete Weiterentwickelung unseres Sonnensystems fest. Zuerst werden die Satelliten merkbar in ihrem Laufe gehemmt, d. h. ihre Zentrifugalkraft nimmt ab, die Schwerkraft des Planeten zu, letzterer zieht den Satelliten näher an sich, bis Zentrifugal- und Schwerkraft einander wieder das Gleichgewicht halten. Die Revolutionsdauer wird dadurch kürzer und immer kürzer. Zuletzt fällt ein Satellit nach dem andern in seinen Planeten. Nach einer weiteren längeren Epoche werden sich Merkur, entsprechend später Venus, dann die Erde u. s. w., kurz alle Planeten nacheinander in die Sonne stür-

zen und ihr Wärme zuführen. Die Kometen und Meteoritenschwärme dürften bis dahin so ziemlich alle sich ebenfalls in die Sonne gestürzt haben, so daß das Endresultat aller Körper des Sonnensystems eine einzige große Kugel, ein Stern ohne Begleiter sein wird. Ob dieser zuletzt übrig bleibende Stern nach so langer Zeit völlig erkaltet oder noch flüssig sein oder ob er gar durch die ungeheure Wärmeentwickelung beim Auffallen der Planeten wieder ganz gasförmig werden wird, in diese Vorgänge werden wir später einen Blick zu werfen trachten. Zuvor muß noch der Gang der Veränderungen der ganzen Sternenwelt bis zum jetzigen Zustand verfolgt werden.

Bei den allerersten Entwickelungsanfängen haben wir das in Betracht gezogene Gas-Chaos in der äußeren Form mit dem Orionnebel verglichen. Wir faßten einen dichteren Teil desselben heraus und studierten dessen Entwickelungsstufen. Wenn nun zwei solcher dichterer Teile existieren, einander ziemlich nahe, mit beinahe derselben Masse, so werden beide ungefähr dieselben Veränderungen durchmachen. Je mehr aber ihre Zentralkörper an Masse gewinnen, um so mehr ziehen sich letztere an, bis sie zusammenprallen oder aneinander vorbeifahren, wenn dritte, ebenfalls massige Körper in der Nähe sind, welche genügende seitliche Kräfte ausüben. In letzterem Falle haben wir Doppelsterne vor uns und die beiden Sterne werden, wenn sie das erste Mal einander verfehlten und wenn keine neuen Ursachen hinzukommen, sehr lange Zeit in denselben Bahnen weiterfahren, weil ihre Entfernungen von einander gewöhnlich außerordentlich groß sind im Verhältnis zu den uns in unserem Sonnensystem begegnenden Distanzen. In genau gleicher Weise sind 3, 4, 5 . . . . einander mehr oder weniger benachbarte Sterne als 3, 4, 5 . . . . facher Sternhaufen anzusehen, denn sie üben ihre Attraktion gegenseitig aufeinander aus, werden relative Bewegungen gegeneinander ausführen und dadurch ihre Zusammengehörigkeit beweisen. Ein Nebel von der ungefähren Form des Orionnebels wird sich also nach obigen Auseinandersetzungen zu einem ungefähr 10fachen Stern, zu einem Sternhaufen entwickeln. Die einzelnen Sterne dieses Haufens vereinigen sich nach genügend langer Zeit miteinander und bilden einen einzigen Stern. So haben wir in der Natur beständige Veränderungen vor uns, im großen sowohl, wo zu den uns sichtbaren Änderungen Jahrtausende nötig sind, als auch im kleinen, wo wir sie täglich, stündlich, ja sogar alle Augenblicke vor Augen haben.

In gleicher Weise wie solche einzelne Sternhaufen entwickelt sich das ganze Weltall. Gehen wir von einer einzigen Gasmasse, einem Chaos von dem Umfange unserer gesamten Sternenwelt aus. Die gasförmigen Massen werden in flüssige Tropfen, Kugeln, Sternhaufen, in Sonnen umkreist von Planeten und endlich in Fixsterne ohne Begleiter übergehen. Alle entstandenen Sterne treten in reichste Wechselwirkung zu einander, ziehen sich an, umkreisen sich, stürzen ineinander. Dadurch werden wieder so große Wärmemengen erzeugt, daß der durch Zusammenstoß zweier anderer gebildete Stern neuerdings eine gewaltige rotierende Atmosphäre erhält; es bilden sich, wenn die entstandene Rotation kräftig genug ist, wiederum Tropfen und Kugeln, welche von der

Atmosphäre mitgerissen werden, sich zu Ringen kontrahieren, ähnlich den oben betrachteten Schwerringen. Aus den Ringen entstehen die Planeten und diese nähern sich successive ihrer Sonne, um sich endlich in sie zu stürzen. Auch diese Sonne erkaltet allmählich, bis sie wieder durch Zusammenstoß mit einem anderen Sterne neue Wärme erhält, welche zu neuer Planetenbildung Anstoß gibt; und so dauert der beständige Wechsel fort, indem alle Sterne mit der Zeit durch Licht- und Wärmestrahlung mehr und mehr erkalten. Während aber die Sterne untereinander solche fortwährende Veränderungen durchmachen und ihre Anzahl dadurch allmählich verringert wird, geht gleichzeitig von dem Schwerpunkte der gesamten Sternenmenge aus eine Attraktionskraft auf alle einzelnen Teile. Alle Sterne wie Tropfen in einem ungeheuren Sternenmeere werden gegen den Zentralschwerpunkt angezogen. Die in der Nähe dieses Schwerpunktes befindlichen größeren Massen vereinigen sich zuerst und geben zur Bildung einer Zentralsonne Anlaß. In diese stürzen sich nach und nach die näher befindlichen Sterne, welche sich zu Schwerlinien kontrahierten und längs solcher Linien sich gegen die Zentralsonne bewegen. Die letztere erhält eine Rotation, durch welche hinwiederum, wie oben beschrieben, die Schwerlinien immer mehr in Spirallinien gezogen werden und das Ganze eine spiralige Struktur erhält, das Aussehen eines Spiralnebels annimmt. Das unser Sonnensystem umgebende Sternsystem bildet gegenwärtig eine ziemlich unregelmäßige flache Scheibe, wofür die unregelmäßige Milchstraße unwiderleglich spricht. Da wir in diesem System nicht nur Spiralnebel, sondern sogar völlig ausgebildete Rotationssysteme vielfach antreffen, so ist die Annahme gerechtfertigt, auch im Schwerpunkte des großen Systems habe sich in dieser Zeit mindestens ein S p i r a l s y s t e m und zwar in viel größeren Verhältnissen als alle uns sichtbaren näher liegenden Rotationssysteme gebildet, mit einer ziemlich beträchtlichen Zentralsonne. Sicherheit haben wir über diese Frage absolut keine. Das Wahrscheinlichste ist aber für unser Milchstraßensystem eine Zentralsonne umgeben von einem ziemlich ausgedehnten Spiralnebel, außerhalb des letzteren die ganze große Anzahl der zur gleichen flachen Scheibe gehörenden Sterne in unregelmäßigem, noch ungeordnetem Chaos, nur mit Spuren spiraliger Struktur. In solchem Zustande wird sich vermutlich jetzt unser Weltall befinden.

Bei der allmählichen Kontraktion der Gasmasse begegnen wir aber denselben Vorgängen wie oben beschrieben (Seite 93 u. 94). Einzelne der entferntesten Teile konnten den verhältnismäßig rasch angezogenen inneren Teilen nicht schnell genug folgen, sie lösten sich also ab und nach der Ablösung wurde die auf sie ausgeübte Anziehungskraft viel schwächer, beinahe unmerklich. Solche losgelöste Gasmassen formten sich ihrerseits um, kontrahierten sich, bildeten Spiralnebel, Rotationsscheiben u. s. w., wie wir deren noch viele erkennen. Diese einzelnen Systeme verhalten sich zum ganzen Weltall wie unsere Kometen zum Sonnensystem. Allmählich müssen sie doch gegen die Zentralsonne angezogen werden und quer durch unser Sternsystem hindurchtreten, mit um so viel größeren Geschwindigkeiten, als jene anziehende Masse größer

ist als diejenige unserer Sonne, welche letztere ohnehin schon eine sehr große Geschwindigkeit der Kometen in der Sonnennähe bedingt. Wenn die erwähnte Zentralsonne, als flüssige Kugel, jetzt schon einen so großen Durchmesser hätte wie die ganze Erdbahn um die Sonne, so scheint mir dies nach den Größenunterschieden, wie wir sie im Universum überall antreffen, gar nichts Unglaubliches zu sein. Unser Geist vermag das Größte im Weltall sowenig zu erfassen und zu beherrschen wie das Kleinste. Und solchen gewaltigen Massenansammlungen entsprechen selbstverständlich die größeren erzielten Geschwindigkeiten ganz genau.

Unser ganzes Sternsystem hat von spiraliger Struktur wahrscheinlich nur wenig aufzuweisen, in unmittelbarer Nähe der Zentralsonne, wenn eine solche sich wirklich schon gebildet hat. Aus vergleichenden Messungen der Lage unserer Sonne und der sie umgebenden Fixsterne erkennen wir wenigstens noch nicht unzweifelhaft eindeutige Bewegungen aller Sterne nach einer und derselben Richtung hin, welche Bewegungen allein auf eine bestehende allgemeine Rotation schließen lassen würden. Das Sonnensystem selbst liegt vermutlich ungefähr in der Mitte des ganzen Sternsystems, weil die Milchstraße rings um uns in ziemlich gleicher Lichtintensität erscheint. Es schließt dies nicht aus, daß doch die Zentralsonne noch Tausende von Lichtjahren von uns entfernt sei. An zu kleinen Dimensionen für das uns sichtbare Weltall zu hängen ist jedenfalls ganz unrichtig.

Nach obigen Auseinandersetzungen können wir nun auch die Verwandlungen des ganzen Sternsystems, eines im jetzigen Zustande ungeheuren Sternhaufens verfolgen. Es bildet sich zuerst eine rotierende Zentralsonne mit entsprechender Atmosphäre. Durch diese wird das Sternsystem in einen Spiralnebel, dann in ein völliges Rotationssystem verwandelt. Es bilden sich Ringe, hieraus Planeten, von Satelliten umkreist. Letztere besitzen noch so ungeheure Massen, daß auch sie eine große Zahl von Trabanten haben werden. Wenn einmal das System soweit ausgebildet ist, wenn infolgedessen die von der Zentralsonne ausgehende Attraktionskraft durch die jenen Planeten innewohnenden Zentrifugalkräfte ausgeglichen wird und endlich diese Planeten soweit von der Zentralsonne entfernt sind, daß sie Tausende und vielleicht Hunderttausende von Jahren nur für einen einzigen Umlauf um ihre Sonne nötig haben, dann mögen ganz unfaßbare Zeiträume verstreichen, bis endlich alle Satelliten in ihre Planeten und alle Planeten in die gemeinschaftliche Zentralsonne sich gestürzt haben. Doch wird sie kommen, die Zeit, in der nur noch eine einzige große, alles in sich aufnehmende Zentralsonne existieren wird. Wie muß diese Zentralsonne beschaffen sein? Eine glühend flüssige Kugel, die langsam erkaltet, so daß endlich, am Schlusse aller Dinge, eine kalte starre Kugel als einziges Überbleibsel aller Herrlichkeiten unserer wunderbaren Welt zurückbleiben wird? Keineswegs!

Helmholtz sagt im zweiten Heft seiner populären wissenschaftlichen Vorträge Seite 116/17: »Und wenn das Weltall ungestört dem Ablaufe seiner physikalischen Prozesse überlassen wird, wird endlich aller Kraftvorrat in Wärme übergehen

und alle Wärme in das Gleichgewicht der Temperatur kommen. Dann ist jede Möglichkeit einer weiteren Veränderung erschöpft, dann muß vollständiger Stillstand aller Naturprozesse von jeder nur möglichen Art eintreten . . . . . Das Weltall wird von da an zu ewiger Ruhe verurteilt sein.« Hat HELMHOLTZ vielleicht damit das Richtige getroffen? Unzweifelhaft nicht! Nehmen wir mit ihm an, aller Kraftvorrat vermindere sich fortwährend und der Gesamtwärmevorrat vergrößere sich dadurch, so muß unsere betrachtete Zentralsonne, die letzte Vereinigung aller Weltkörper, eine Wärme besitzen, ungeheuer viel größer als diejenige unserer Sonne, eine Wärme, welche alle vorhandenen Elemente in Gasform zu bringen vermag. Das Gesetz der Erhaltung der Kraft sagt aus, daß die Wärme sogar groß genug ist, jene Gase in großartigster Weise sich expandieren zu lassen, bis sie den Raum der ganzen jetzigen Sternenwelt, aus welcher sich jene Zentralsonne bildete, ja vermutlich einen noch größeren Raum einnehmen. An absolute Ruhe wäre nur zu denken, wenn jene Zentralsonne nicht mehr genügende Wärme besitzen würde, um die eben angedeutete Arbeit zu leisten. In diesem Falle müßte aber Wärme oder Kraft verloren gegangen, rein verschwunden, also das Gesetz der Erhaltung der Kraft nicht absolut richtig sein. HELMHOLTZ glaubt aber offenbar auch nicht an das Verlorengehen von Wärme, sonst könnte er nicht bei hoher Temperatur eine absolute Ruhe eintreten lassen; die Wärme würde sich statt dessen verlieren und erst ein vollständig kalter Zentralkörper ohne irgendwelche Bewegung wäre das Ende. Ein trübseliges Ende, das jedem sofort die Frage nahelegt: Wie könnt ihr, die ihr alles im ganzen Weltenraume nur allein durch Naturkräfte beherrscht und geleitet ausgebt, erklären, daß die ungeheuren Massen aller uns sichtbaren Sterne in diese unmeßbaren Entfernungen auseinander gerückt worden sind, ohne die Allgewalt eines mächtigen Schöpfers zu Hilfe zu nehmen? Von wem ist das ganze Sternsystem plötzlich in den leeren Weltraum hineingestellt worden, in einem Zustande, in welchem es undenkbar mannigfaltiger, jedoch nicht unendlicher Veränderungen fähig war, die es alle durchmachte und endlich zu einem einzigen toten Körper erstarrte? Nur das Prinzip der Unendlichkeit der Veränderungen der Materie, der Zurückführung der Wärme in Arbeit, **das Prinzip der Erhaltung des Lichtes**[1] ist im stande, auf jene Fragen die genügende Antwort zu geben.

Äther nennen wir diejenige Materie, welche so außerordentlich dünn ist, daß sie alle Körper durchdringt, alle Weltenräume, die uns leer scheinen, ausfüllt, und diesem Stoff allein schreiben wir die Fortpflanzung der Licht- und der Wärme-Strahlen zu. Wo kein Äther und auch absolut keine andere Materie mehr ist, welche vielleicht das Licht noch fortpflanzen könnte, da hört die Wärmemitteilung nach außen auf. Wenn wir die Lichtfortpflanzung durch den Äther erklären wollen, so

[1] Im Gegensatz zu Thompson's Prinzip der universellen Vergeudung der Wärme.

sprechen wir von schwingenden Teilchen. Der Äther muß also eine Materie sein, wenn auch eine für uns ihrem Gewichte nach noch völlig unbestimmbare. Stellen wir uns vor, dieser Äther sei in seiner Quantität beschränkt. Er fülle den ganzen uns sichtbaren Weltraum aus, erstrecke sich noch Tausende von Malen weiter als von der Zentralsonne bis zu den ihr jetzt noch entferntesten Sternen und sei außen begrenzt nach einer Kugeloberfläche. Außerhalb der letzteren sei kein Gas und kein Äther, überhaupt gar nichts Materielles mehr. Schwer ist es, sich etwas nie mit Sinnen Wahrgenommenes vorzustellen. Gar oft erwachsen uns deswegen die größten Schwierigkeiten; jedoch die Vorstellung von Nichts, absolut Nichts scheint mir doch das Allerschwierigste. Quälen wir uns also jedenfalls nicht mit dem Versuch, uns außerhalb dieser Äthersphäre überhaupt noch etwas vorzustellen, da weder ein fester noch ein flüssiger noch auch irgend ein gasförmiger Körper dort ist. Außerhalb der Äthersphäre besteht kein Licht mehr, dringt kein solches mehr hin, weil dort auch für Licht keine Fortleitung mehr stattfindet. Wenn sich also ein Mensch auch nur einen Meter weit in jenen absolut leeren Raum hinein versetzt dächte, so würde er keine Wärme beobachten können, d. h. es herrscht dort keine Temperatur — weil keine Materie dort ist, kann sie weder schnelle noch langsame oder gar keine Schwingungen ausführen —; er würde kein Licht erblicken, man könnte also dort unser ganzes Sternenmeer schon nicht mehr sehen, keinen Lichtschimmer davon. Unsere übrigen Sinne würden vollends keine Resultate geben, von Ton-, Geruchfortpflanzung u. dergl. ist von vornherein im Äther schon nichts mehr zu erwarten. So können wir von dem Nichts wenigstens eine Ahnung erhalten.

In der auf diese Weise vorzustellenden absoluten Finsternis existiert ein Nebel, dessen Kern unser ganzes sichtbares Sternenmeer, dessen Hülle die Tausende von Malen größere Äthersphäre ist. Das Licht, das von sämtlichen Sternen ausgesandt wird, dringt bis zum Rand der Äthersphäre vor, kann darüber nicht mehr hinaus und wird also diese Grenze, die seinen Fortschritten gesetzt ist, im Einfallswinkel wieder verlassen, den Raum von neuem durcheilen, und das so lange, bis es einmal einen Körper antrifft, dem es die ihm innewohnende Arbeit abgeben, in Wärme umsetzen kann. Auf diese Weise hat man sich die ganze Äthersphäre als durch Sternenlicht erleuchtet zu denken. Ein völlig dunkler Teil des Himmels, auf dem sich gar kein Stern befindet, ist also immer noch hell im Vergleich zu absoluter Lichtlosigkeit. Unser Auge kennt nur die letztere nicht und hält den lichtärmsten ihm bekannten Körper für absolut dunkel.

Halten wir an den ausgesprochenen Hypothesen fest, so erkennen wir sofort die Unendlichkeit des Universums, den immerwährenden Kreislauf. Licht ist Kraft, d. h. lebendige Kraft, also Arbeit. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft ist als erwiesen zu betrachten, und wenn wir wissen, daß das Licht nicht ins Unendliche flieht, sondern eine Grenze findet, an der es zur Umkehr gezwungen wird, so begreifen wir auch, daß die gesamte unserem Sternsysteme innewohnende Arbeit und Wärme nicht nur nicht verloren gehen kann, sondern sogar dem System

selbst erhalten bleiben muß in Gestalt von lebendiger Kraft und von Wärme. Daraus folgt ganz unmittelbar, ohne jeden weiteren Beweis, daß die letzten Weltkörper, welche von der Zentralsonne angezogen sich in dieselbe stürzen, ihr dadurch so viel Wärme zuführen werden, daß die ganze feste oder flüssige Materie wieder in gasförmigen Zustand übergeht, genau in denjenigen, welchen wir als Anfangszustand, als gewaltiges gasförmiges Chaos angenommen haben. Bei dieser Überführung aller festen Körper in gasförmige wird die vorhandene Wärme verbraucht, es entsteht bei der Umwandlung ein gewaltiger Druck, bei welchem allein gasförmige Körper einen fast ebenso kleinen Raum wie flüssige und feste Körper einnehmen können. Dieser Druck treibt alle entstandenen Gase auseinander, bis ihre Gesamtheit wieder ein Volumen einnimmt entsprechend demjenigen unseres jetzigen Sternsystems. Durch diese enormen Ausdehnungen muß wieder so viel Arbeit geleistet werden, daß die Temperatur des glühenden Gasballs um ein bedeutendes sinkt, Licht- und Wärme-Strahlung bewirkt ein gleiches, die Gasteilchen gehen in flüssigen, dann in festen Zustand über und wieder bildet sich eine endlose Zahl von Sternen, wie wir sie jetzt sehen, nur sind deren anfänglich außerordentlich viel mehr, aber viel kleinere Sterne. Kurz wir haben genau unseren Anfangszustand, von dem wir ausgegangen sind. Es wird also auch genau der nämliche Kreislauf aufs neue beginnen und bis ins Unendliche sich fortsetzen. Die Frage, ob unser Sternsystem mit der Milchstraße das größte uns sichtbare System sei oder ob vielleicht irgendwelche Nebel noch größere Ausdehnung besitzen, wage ich nicht zu entscheiden. Vielleicht können die Beobachtungen und Berechnungen der Astronomen einmal darüber Aufschluß geben.

Man kann sich fragen, ob nicht außerhalb der von uns betrachteten Äthersphäre noch andere ähnliche Sphären vorhanden seien. Es ist aber anzunehmen, daß sich verschiedene solche Sphären im Laufe der Zeiten angezogen hätten und, einmal beisammen, einen Gasball und also auch nur ein gemeinschaftliches Weltsystem gebildet haben würden. Wenn hingegen durch jene absolute Finsternis und Leere hindurch auch keine Kraftwirkungen mehr möglich wären, dann könnten ganz wohl noch andere uns unsichtbare Weltsysteme außerhalb existieren, in großer Zahl, von denen aber kein System auf keine Weise von dem andern je Sicherheit über dessen Existenz bekäme. Unter solchen Umständen haben aber auch weitere Betrachtungen hierüber keinen Wert mehr.

Nach den letzten Auseinandersetzungen des Prinzips der Erhaltung des Lichtes können wir uns vorstellen, daß zwei ineinander stürzende Sonnen eine genügend große Wärme erzeugen, um entweder vollständig oder doch zum größten Teil gasförmig zu werden. Im ersteren Falle entsteht ein Gasnebel, im letzteren wird die Bildung eines Planetensystems direkt ihren Anfang nehmen. Weil die Sterne im Innern der großen flachen Scheibe, der Milchstraße, weitaus am zahlreichsten sind und weil sich alle Sterne, auch diejenigen der Scheibe selbst, immer mehr gegen eine mittlere Schwerscheibe konzentrieren, der Anziehungskraft der ihnen zunächst befindlichen Körper folgend, so finden solche Zusammenstöße am häufigsten und heftigsten gerade in der Milchstraße statt; hier

sind wohl deswegen die meisten Nebel mit gasiger Zusammensetzung zu suchen.

Stellen wir uns das Ereignis des Zusammenstoßes eines Satelliten mit einem tellurischen Himmelskörper vor, welche beide Körper vor dem Stoße so völlig erkaltet sind, daß sie uns absolut unsichtbar waren. Im Augenblicke des Stoßes entsteht eine ungeheure Wärme, die gesamte Satellitenmasse wird dadurch auf Glühhitze gebracht und uns also das plötzliche Aufleuchten einen neuen Stern anzeigen. Der betreffende neue Stern hat aber eine Rotation um seine Achse (wohl ohne Ausnahme); der vom aufstürzenden Satelliten gebildete helle Fleck wird uns abwechselnd den Stern erscheinen lassen oder nicht. Der neue Stern ist also ein Veränderlicher und zwar erscheint er länger dunkel als hell, wenn der Satellit verhältnismäßig klein war, und umgekehrt. Nach und nach gleicht sich aber die Wärme aus, der ganze neu gebildete Körper erhält eine gleichmäßige Temperatur, die Veränderlichkeit nimmt immer mehr ab und schließlich ist gar keine solche mehr zu konstatieren. Dementsprechend figuriert aber auch der Stern nur noch in einer bedeutend niedrigeren Größenklasse. Alle fast genau periodischen Veränderlichen lassen sich auf diese Weise am bequemsten deuten. Die ganz ungleichmäßig Veränderlichen kann man sich zum Teil mittels Verfinsterungen durch dunkle Körper erklären und zwar durch einzelne Kugeln, Nebelringe, unregelmäßige Nebel oder Spiralsysteme, die, ohne selbst sichtbar zu sein, den Körper doch infolge einer ungeheuren Zahl kleinerer Teile zu decken vermögen. Zum Teil aber können solche ganz unregelmäßige Veränderliche auch werdende Planeten sein, welche sich in dem letzten Schwerringe unzähliger Kugeln aufrollen und also sehr oft und unregelmäßig mit kleineren Kugeln zusammenstoßen, welche Stöße stets ein helles plötzliches Aufleuchten und langsamere Lichtabnahme bewirken.

In ähnlicher Weise werden andere merkwürdige Vorgänge an Himmelskörpern mit Hilfe obiger Entwickelungen leicht begreiflich. Doch ist es hier nicht mein Zweck, für alle derartigen Erscheinungen Erklärungsversuche aufzustellen, ohne unzweifelhaft sichere und genaue Beobachtungen gemacht zu haben. Die gegebenen Auseinandersetzungen sollen vielmehr die Entwickelung des Weltalls vom rein mechanischen Standpunkt aus nur in ihrer Allgemeinheit beleuchten. Die wichtigste dabei ausgesprochene Hypothese, das Prinzip der Erhaltung des Lichts oder, was dasselbe ist, dasjenige der Endlichkeit der Materie, wird gewiß nie zur bewiesenen Thatsache, nie zur absoluten Gewißheit werden: sie wird Hypothese bleiben. Dagegen zeigt uns die Natur überall, wohin unser Auge reicht, abgeschlossene, abgegrenzte Materienansammlungen, Körper: warum sollte allein die leichteste uns bekannte Materie, der Äther, in seiner Ausdehnung unendlich sein? Nur dafür haben wir genügende Beweise in der Natur vor uns, daß, soweit wir in der Entwickelung der Welten zurückzudenken vermögen, ein fortwährender Wechsel der Naturprozesse stattgefunden haben muß. Dieser Wechsel allein hat gegründeten Anspruch auf Unendlichkeit, nie aber die sich ewig umgestaltende Materie selbst.

Das Prinzip der ersten Entstehung der Rotation durch Anziehung nicht homogen verteilter, unsymmetrischer Massen ist in der Physik und

Mathematik ein längst bekanntes Gesetz. Ein in Ruhe befindlicher Massenpunkt, nur von einem festen Attraktionszentrum angezogen, stürzt sich in gerader Linie genau zentral in dasselbe. Wirkt außerdem, seitlich von der Verbindungslinie zwischen Punkt und Attraktionszentrum, ein zweites Attraktionszentrum auf den Punkt ein, so wird dieser von der vorigen geraden Linie in der Richtung gegen das zweite Attraktionszentrum seitlich abgezogen und wird sich also in keines der beiden Zentren direkt stürzen, sondern die Verbindungslinie derselben schneiden. Zu bestimmen, wo dies geschieht, ist Sache der Mathematik. Daß aber durch solche doppelte anziehende Wirkungen von zwei großen auf einen dritten kleineren Körper nie ein zentraler, nur ein exzentrischer Stoß entstehen kann, welch letzterer das Auftreten einer Rotation bedingt, ist allbekannt. Unbegreiflich ist mir nur, daß ich noch nirgends diese Thatsache auf die Entstehung der ersten Rotation der Himmelskörper angewendet gefunden habe. Wahrscheinlich läßt sich durch folgenden einfachen Versuch die Entstehung der Rotation durch unsymmetrische Anziehung direkt nachweisen: Auf einer leichten Achse (Fig. 1) wird über Messingscheiben ein Cylinder von weichem Eisen aufgezogen. Derselbe ist umgeben von einer ihn nicht berührenden Drahtspule. Nahezu in gleicher Ebene mit der Unterkante des Cylinders befindet sich eine völlig glatt geschliffene horizontale Glasplatte, auf welche eine sehr kleine Eisenkugel gelegt wird. Läßt man nun einen starken elektrischen Strom durch die Drahtwindungen der Spule hindurchtreten, so wird der magnetisch gewordene Eisencylinder die kleine Eisenkugel anziehen und es wird bei genau gearbeitetem und richtig aufgestelltem Apparat ein zentraler Stoß und also keine Drehung erzeugt. Bringt man dagegen seitlich einen kleineren Magnet an, der die kleine Kugel nur wenig von ihrer vorigen Richtung wegzuziehen vermag, so muß sie in exzentrischem Stoße auf den Eisencylinder treffen und ihm eine Drehung, ihrer seitlich aufstoßenden Masse entsprechend, beibringen. Noch interessanter muß das Experiment werden, wenn es je gelingt, mit vielen auf der glatten Fläche unsymmetrisch verteilten Eisenkugeln, deren gemeinschaftlicher Schwerpunkt nicht in die Drehungsachse fällt, durch magnetische Anziehung (ohne jenen seitlich hinzugefügten Magneten) die Rotationsentstehung nachweisen zu können. Leider ist mir selbst die Ausführung dieses Versuchs bis jetzt noch nicht möglich geworden, da ich die betreffenden Apparate nicht mit der nötigen Leichtigkeit herbeizuschaffen in der Lage bin. Dagegen hoffe ich, daß das interessante Thema andere veranlassen möge, sich durch Ausführung jener Versuche direkt von der Richtigkeit meiner Auseinandersetzungen zu überzeugen.

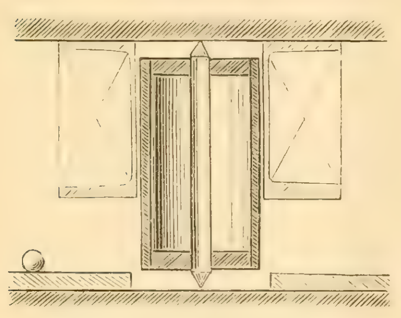


Fig. 1.

Die Gynodiöcie von Digitalis ambigua Murr. und Digitalis purpurea L.

Von

Dr. **F. Ludwig** (Greiz).

Wie die Kleistogamie — das Vorkommen von geschlossenbleibenden funktionsfähigen Zwitterblüten, neben offenen — so kann auch das Auftreten weiblicher Stöcke (Blüten) neben zwitterigen (Gynodiöcie-Gynomonöcie), das häufig mit einer Größenreduktion der ersteren verbunden ist (diöcischer resp. monöcischer Gynodimorphismus) verursacht werden durch Kümmerung, während beide Erscheinungen bekanntlich in der Regel andere, rein biologische Ursachen haben[1]. Bei *Erodium cicutarium* etc. wird diese Kümmerung durch Dichtsaat, schlechten Boden, ungünstige Beleuchtung, mangelnde Feuchtigkeit herbeigeführt, sie kann aber — und mit ihr dann indirekt auch der Gynodimorphismus und die Kleistogamie — eine andere bisher wohl nicht genügend berücksichtigte Ursache haben — sie kann die Folge sein der Konkurrenz autogamisch entstandener Individuen mit xenogamisch entstandenen. Es ist bekannt, daß Ch. Darwin durch zahlreiche Experimente nachgewiesen hat, daß an den Nachkommen autogamisch befruchteter Pflanzen eine allmähliche Verkümmerung eintritt, wenn sie mit Pflanzen, die aus Fremdbefruchtung hervorgegangen sind, dasselbe Areal teilen. Mit der Kümmerung der vegetativen Organe kann dann im allgemeinen entweder eine gleichmäßige Verkleinerung aller Blütenteile eintreten, bei der aber die Sexualorgane funktionsfähig bleiben

[1] Bei *Plantago lanceolata* sind z. B. auch die kräftigsten Formen, wie die var. *alopecurodes*, gynodiöcisch. Von letzterer liegt mir eine weibliche Form vor, deren Blütenschäfte, bis 66 cm lang, oben Ähren von 4 cm Länge (mit gelbgrünen Staminalrudimenten und roten sehr verlängerten makrobiotischen Griffeln) tragen. Die biologischen Ursachen anlangend sehe ich mich genötigt, hier eine Behauptung Dr. W. Breitenbach's (Kosmos 1884, II. 207) zu widerlegen. Derselbe sagt nämlich, und sucht dies durch ein aus dem Zusammenhang gerissenes Citat aus Biol. Centrbl. 1884, p. 233 zu begründen, ich habe als allgemeine Regel hingestellt, daß die Entwickelung (kleiner) weiblicher Blüten mit der Reduktion der Staubgefäße beginne. Diese „Regel" gilt aber, wie l. c. p. 233 ausdrücklich hervorgehoben ist, nur „in bezug auf die genannten Labiaten, *Knautia*, *Plantago* etc." Auf S. 234 steht dann deutlich, „daß der Gynodimorphismus nicht immer eine Folge der mit der Dichogamie zusammenhängenden Verkümmerung der Staubgefäße zu sein braucht".

— die Pflanze wird kleistogamisch und hat nur dann die Füglichkeit, weiter zu gedeihen, wenn ihre Samen auf ein anderes Areal kommen; oder es tritt mit der Verkleinerung der Korolle eine Verkümmerung der Staubgefäße ein — die Pflanze wird gynodimorph und kann dann unter Umständen wieder konkurrenzfähige Nachkommen liefern, wenn sie nämlich durch Blütenstaub xenogener Exemplare bestäubt wird. Der erstere Fall wird ausgeschlossen, wenn die betreffende Spezies mehr oder weniger selbststeril ist; dann können nur gynodimorphe Deszendenten auftreten.

Die erwähnte Ursache liegt, wie ich mit Bestimmtheit glaube annehmen zu dürfen, dem Gynodimorphismus von *Digitalis purpurea*, den ich in Thüringen, und dem von *Digitalis ambigua*, den ich gemeinsam mit Herrn Oberlehrer Dr. Bachmann in Plauen im sächsischen Vogtlande im vergangenen Jahre entdeckt habe, zu Grunde.

Bei *Digitalis ambigua*, als dessen Hauptbestäuber H. Müller im Tieflande *Andrena Coitana* K., *Halictus* sp. und *Dufourea vulgaris*, in den Alpen *Anthophora furcata* und *Bombus hortorum* beobachtet hat, werden die proterandrischen Zwitterblüten (in aufsteigender Reihenfolge besucht!) etwa 30—45 mm lang und 18—22 mm breit; die didynamischen Staubgefäße liegen nach außen und oben gebogen der oberen Korollenwand an, so daß der Weg zum Nektar frei ist. Bei den weiblichen Blüten ist die Korolle nur 20—25 mm lang und bis 10 mm breit, die 4 rudimentären Staubgefäße sind gerade, gleichmäßig um den Griffel stehend, der lang aus der Blumenröhre hervorragt. Der Pollen der weiblichen Blüten ist kontabeszent, die Körner sind z. T. verschrumpft und haben nur 16—29 μ (die der ☿ 32—38 μ) Durchmesser. Dr. Bachmann fand die weiblichen Exemplare, die meinen eigenen Beobachtungen zufolge überhaupt kleiner sind, nicht selten im Syrathal bei Plauen, immerhin aber nur zu 2 %.

Bei *Digitalis purpurea* fand ich eine ähnliche weibliche Form in Waldschlägen am Mummelstein bei Kleinschmalkalden, aber noch seltener als bei *D. ambigua*, nämlich nur wenig über 1 %. Es wuchsen hier viele hundert Stöcke dicht bei einander — am Steinkopf bei Schmalkalden fanden sich nur einige 20 ☿, ebenso im Pfaffenthal nur 45 ☿, keine ♀ —. Die weiblichen Stöcke waren sämtlich Kümmerlinge, die auf gleichem Boden und unter ganz gleichen Verhältnissen daneben gewachsenen Zwitterstöcke zeigten dagegen große Üppigkeit. Es war zweifellos, daß der Gynodimorphismus hier durch Kümmerung und letztere durch innere Ursachen zu stande gekommen war. Darwin hat die Befruchtung der *Digitalis purpurea* durch Hummeln eingehend beschrieben (Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Gesammelte Werke Bd. X, p. 74 ff.), das Vorkommen weiblicher Blüten ist ihm jedoch entgangen.

Dagegen zeigten seine Kreuzungs- und Kulturversuche (l. c. p. 75 bis 79, Tabelle XXIII und XXIV, p. 281 etc.), daß bereits die aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen Exemplare von *Digitalis* der Größe nach sich nur wie 85 : 100 zu den xenogamisch erzeugten verhielten, weit mehr aber noch die Kümmerung der ersteren in der Konkurrenz mit den letzteren fortschreitet (70 : 100 etc.), sowie auch (cf. p. 351),

daß *Digitalis purpurea* ohne Insektenhilfe äußerst steril ist und nur wenige ärmliche Kapseln produziert. Es liefern also DARWIN's Versuche den Beweis, daß jene inneren Ursachen bei der Kümmerung und dem damit verbundenen Gynodimorphismus von *Digitalis* zu suchen sind in der gelegentlich noch wirksamen Selbstbestäubung.

Biologisches über Aphomia Colonella L.

Von

Professor Dr. **Ed. Hoffer** in Graz.

Die Motte *Aphomia* (*Galleria*) *Colonella* L. ist der furchtbarste und verderblichste Feind der Hummeln aus der ganzen großen Menge der ihre Nester zu Grunde richtenden Schmarotzer. Vieler Arten von solchen Eindringlingen können sich die Hummeln erwehren, aber dieser entsetzlichen Motte nicht, sobald es ihr nämlich gelungen ist, ihre Eier im Hummelneste abzulegen; denn die aus diesen Eiern auskriechenden winzigen Räupchen bringen Tod und Verderben über die Hummelbrut, bevor sie noch bemerkt werden können, und die erwachsenen Raupen sind für die Hummeln ganz unangreifbar. Ich war oft in der Lage, das Eindringen dieses unscheinbaren Falters in Hummelbauten zu beobachten. Auf dem Lande drüben fiel es mir nicht auf, daß er mit unfehlbarem Instinkte meine Hummelkästchen am Fenster auffand, denn in der Nähe derselben draußen im Freien unter Gras und Moos, in hohlen Baumstrünken und unter der Erde, ja auch im Stroh und Heu der benachbarten Wirtschaftsgebäude gab es genug Hummelnester und nach solchen suchende, vorbeifliegende Motten werden durch den Geruchsinn leicht zu meinen Hummelbauten hingeleitet worden sein. Auffallend war aber die Sache im verflossenen Sommer hier in der Stadt. Ich hatte meine Lieblinge, da ich durch ungünstige Umstände auch im Sommer in der Stadt zu wohnen gezwungen war, hofseitig im 2. Stocke eines Hauses, das auf allen Seiten von anderen Häusern umgeben ist, untergebracht und doch entdeckte sogar hier eine Motte, wie ich am 3. September sah, als ich gerade das eigenartige Treiben der emsigen Pelzträger beobachtete, meine Hummelbauten. In der Regel fliegen diese Motten nachts herum. Die in Frage stehende aber kam bei hellem Tage (nachmittags um 4 Uhr) geradenwegs auf das Fenster mit den Hummelkästchen zugeflogen und setzte sich auf die Mauer neben den Kästchen, um zu rekognoszieren. Mit ihren langen, äußerst beweglichen Fühlern schnüffelte sie nach allen Seiten herum und kroch endlich langsam auf das der Mauer zunächst befindliche Kästchen. Dort wollte sie mit Gewalt eindringen; da jedoch

dasselbe nur ein Flugloch und sonst keine Öffnung hatte, so kroch der Schmetterling auf demselben hin und her und suchte sich einzuschleichen, versuchte insbesondere auf den Stellen, wo der Glasdeckel aufliegt und mithin eine kleine Spalte übrig bleibt, hineinzuschlüpfen, versenkte die Fühler durch die enge Ritze tief in das Innere des Kästchens mit unverkennbarer Gier. Endlich fand die Motte das Flugloch des danebenstehenden Kästchens und drang in dasselbe schnell und doch vorsichtig nach allen Seiten herumspähend ein. Sie muß dabei nämlich außerordentlich achtgeben, daß sie nicht von einer Hummel überrascht wird. Ich hatte oft Gelegenheit zu sehen, wie die armen Tierchen in förmliche Wut gerieten, wenn sie diesen gefährlichsten Feind bemerkten; alle suchten sich desselben so schnell als möglich zu bemächtigen, um ihn augenblicklich in Stücke zu reißen, wenn sie seiner habhaft geworden; selbst kleinere Stücke des Rumpfes und der Flügel wurden in kleinste Fragmente zerrissen. Leider verraten die Hummeln dabei nicht besonders viel Geschicklichkeit. Gelang es der Motte, auf die Wand oder die Decke des Kästchens zu entkommen, so war sie in der Regel gerettet; denn die Hummeln beruhigen sich, wenn sie den Feind nicht mehr sehen oder sein Flattern spüren, bald wieder und die Motte hat vorläufig nichts mehr zu fürchten.

Ich glaube aus dem ganzen Benehmen der Hummeln bei solchen Gelegenheiten (und ich stellte sie in dieser Hinsicht oft auf die Probe) schließen zu können, daß ihr Sehvermögen in der Nähe nicht sonderlich gut entwickelt ist; sobald die Motte sich ruhig verhielt, sahen sie dieselbe nicht mehr und nur der Geruchsinn oder der Zufall brachte sie hin und wieder auf die rechte Spur. — Ist die Motte glücklich in die Nähe der Hummelwaben gekommen (und bei dem etwas täppischen Wesen der Hummeln gelingt ihr das leider nur zu oft), so beginnt sie Eier zu legen. Diese Funktion geht unter so auffallenden Umständen vor sich, daß es angezeigt erscheint, dieselben etwas genauer zu schildern. In der Nähe der Waben angekommen versucht sie zunächst die Lage derselben genau festzustellen, indem sie mit ihren langen Fühlern nach allen Seiten »herumschnüffelt«. Ich kann dieses Untersuchen in die Ferne, wobei die Waben nicht berührt, sondern eben mit den Fühlern, in denen gewiß auch der Geruchsinn seinen Sitz haben muß, gleichsam berochen werden, mit keinem passenderen Ausdruck bezeichnen. Wenn man sieht, wie sie, sich hoch erhebend, die Fühler über die Waben weithin ausstreckt, dabei aber ja jede Berührung derselben mit den Waben und gar den darauf befindlichen Hummeln sorgfältigst vermeidet, hierauf sich duckend die Waben von unten untersucht, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß sie mit den Fühlern herumschnüffelt. Kommt es ihr vor, daß sie zu nahe den Waben und den darauf sitzenden gefährlichen Stachelträgern sei, so rückt sie etwas abseits und beginnt nun, nachdem sie nochmals die ganze Umgebung untersucht hat, schnell die Eier zu legen. Sie hebt dabei den ganzen Leib hoch empor, streckt die Scheide in Form einer Legeröhre hervor und bohrt mit derselben im Sande oder in der Erde des Kästchens förmlich herum, um schnell ein paar winzige Eier abzulegen, wobei sie die Flügel immerfort schüttelt; dann ruht sie ein bißchen aus, richtet sich sodann wieder empor und

schnüffelt eifrigst gegen die Waben hin, gleichsam um sich zu überzeugen, daß dieselben in der richtigen Entfernung für die später auskriechenden Jungen sich befinden. Außerdem mag der Geruch der frischen Waben fördernd auf das Eierlegen einwirken. So fährt sie fort, bis 50 und mehr Eier gelegt sind. Es scheint, als ob sie sich dabei nach der Stärke des Nestes richten würde, denn in einem großen *Lapidarius*-Nest legte sie deren wohl über 100, während ich in schwachen Nestern von *B. variabilis* deren höchstens 10—40 fand. Auch die von mir absichtlich in Hummelnester eingelassenen Mottenweibchen kamen aus starken Nestern erst nach Stunden, während sie schwache in Kürze verließen. Nie aber beobachtete ich, daß eine Motte alle ihre Eier in einem Nest abgelegt hätte, ausgenommen solche, die wochenlang im Museum eingesperrt gehalten und dann in Hummelbauten eingelassen wurden und die gewöhnlich beim Eierlegen starben.

Die Eier werden also in der Regel neben den Waben auf den Boden gelegt, hin und wieder aber sah ich die Motte auch an abseits gelegenen Wabenpartien sie ablegen. Aus den Eiern schlüpfen in Kürze die kleinen Räupchen hervor, die nun zu den Waben hinkriechen und sich in dieselben einbohren, so daß man tagelang nichts sieht, auch wenn Hunderte davon in den unteren Teilen ihr Unwesen treiben. Sie verzehren nun als wahre Allesfresser die junge Hummelbrut (Eier, Larven, Puppen) mit demselben Appetite wie das Wachs der Waben und die eingeheimsten Vorräte ihrer gutmütigen Wirte und bringen so dem Neste früher oder später den Untergang, je nachdem wenig oder viel Arbeiter neues Material herbeischaffen und je nachdem eine schwächere oder kräftigere Königin (resp. deren Stellvertreterin) wenig oder viel Eier für die neue Brut legt. Dabei wachsen die gefräßigen Bestien ungeheuer schnell, so daß sie nach einigen 14 Tagen bis 5 cm lang werden. Eine solche Larve frißt in kürzester Zeit (in ein paar Minuten) den Ertrag einer einstündigen Hummelarbeit. Im Neste des *Bombus terrestris* var. *lucorum*, der sehr früh zur Entwickelung kommt, so daß die Arbeiter massenhaft Pollen einsammeln können, sah ich zuerst, wie der von einem Arbeiter eben abgestreifte Pollen (und auf beiden Füßen waren riesige Ballen von dem fleißigen großen Arbeiter gebracht worden) in kürzester Zeit von einer circa 5 cm langen Mottenlarve aufgefressen wurde. Dieselbe hatte von unten in die Zelle ein Loch gebissen und fraß nur mit dem Kopfe in die Zelle ragend den ganz frischen Pollen so schnell, daß es den Anschein hatte, als versinke derselbe durch das Bodenloch.

Die ausgewachsenen, weißlichgelben, sehr schnellen Raupen sind übrigens in der Größe sehr verschieden. Man findet Exemplare, die sich gerade verpuppen und kaum die Hälfte der oben genannten Größe haben. Die große Beweglichkeit und Behendigkeit befähigt sie übrigens auch zu Wanderungen. Ob sie im Freien je dazu greifen, weiß ich nicht, aber die in den Kästchen verließen oft die ausgefressenen Nester und wanderten in benachbarte, mit guten Waben versehene über. Gegen größere Raupen können die Hummeln absolut nichts ausrichten, die Haut derselben ist so zähe, daß sie von den stärksten Kiefern der Hummeln gar nichts leiden kann; auch von denen des *B. mastrucatus* Gerst. nicht,

wie mir Experimente zeigten. Würde es die Hummel versuchen, die schmarotzende Mottenlarve zu stechen, so könnte sie sich umsonst plagen, denn der Stachel gleitet ganz einfach auf der harten, glatten Haut des fetten Bösewichtes aus. Ich nahm oft Hummel und Raupe in die Hand und ließ letztere von ersterer stechen: gewöhnlich glitt der Stachel aus, und selbst wenn derselbe richtig in einen Ring der Raupe eindrang, so brachte ihr das nicht den Tod. Es scheint, daß diese nichtswürdige Teufelsbrut selbst gegen den Stich der Hummeln gefeit ist. Ich ließ einst in einem Stocke wohl 40 Raupen von Hummeln stechen, was immer nur mit großer Mühe gelang, und doch waren am nächsten Morgen nur 2 davon tot, und dabei bleibt es erst noch ungewiß, ob von den Hummelstichen oder vom Drucke meiner Hand. Und wie empfindlich ist doch ein Hummelstich für den Menschen, was für eine schmerzliche Geschwulst entsteht fast immer danach! Und die von einer anderen gestochene Hummel geht unter den Zeichen des größten Schmerzes in kürzester Zeit zu Grunde. Auch von Hummeln gestochene Wespen, die Honig zu rauben gekommen waren, starben unter den heftigsten Zuckungen in einigen Minuten nach dem glücklich geführten Stiche. Es ist ferner kaum möglich, daß je eine Hummel die frei zwischen den Waben lebende Raupe stechen kann, weil sich letztere augenblicklich, sobald ihr Gefahr droht, in den Waben verkriecht.

Die entwickelten Raupen verpuppen sich in der Regel gleich an Ort und Stelle, wobei sie die Neststoffe äußerst fest miteinander verspinnen. Die Kokonröhren selbst sind aber so stark, daß man sie kaum mit aller Gewalt mit zwei Händen auseinander reißen kann; auch an ihrer Unterlage hängen sie sehr fest. Wenn zufällig eine Raupe ihr Gespinst zwischen Kästchen und Glasdeckel meiner Hummelwohnungen anbrachte, so mußte ich den Deckel immer erst mit einem feinen Messer vom Holze trennen, sonst ging das Glas in Trümmer. In diesen sicheren Hüllen, denen die Hummeln nicht das mindeste anthun können, ruhen nun die Puppen verschieden lang. Diejenigen, die in den Nestern der frühzeitigen Hummelarten, z. B. bei *Bombus terrestris* var. *lucorum*, *B. Scrimshiranus*, *B. hypnorum*, *B. pratorum* u. a. schmarotzt haben, verlassen schon nach etwa 14 Tagen die Puppenhülle und suchen nach der Befruchtung gleich neue Hummelnester, um daselbst Eier zu legen; die in den Bauten der spät zur Entwickelung gelangenden Hummelarten, z. B. *B. terrestris* Stammform, *B. confusus* etc. lebenden verpuppen sich dagegen erst im Herbste und überwintern im Puppenzustande, um sich im Monat April des nächsten Jahres als Falter in die Lüfte zu erheben. Aus meinen Nestern im Museum schlüpften sie von Mitte April bis Mitte Mai aus. Aber auch aus den Nestern der Spätformen kommen mitunter Falter schon in demselben Jahre zum Vorschein, haben also auch in diesen eine doppelte Brut.

Diese Thatsachen konnte ich erst feststellen, nachdem es mir gelungen war, Nester des *B. pratorum* zu entdecken, der gerade dann in höchster Blüte steht, wenn wir in den letzten Wochen des Schuljahres sehr beschäftigt sind, während in unserer Ferienzeit nur hin und wieder ein halbwegs brauchbares Nest dieser frühzeitigen Hummelart aufzu-

treiben ist. Die in den Monaten August, September und Oktober fliegenden Motten sind also Kinder desselben Jahres und nicht, wie ich früher glaubte, vom vorhergehenden Jahre.

Ob die entwickelten Motten etwas fressen, konnte ich nicht beobachten; daß sie aber 3 Wochen und länger im Museum zwischen den Fenstern oder in Gläsern, wo sie aus den Neststoffen ausgekrochen waren, ohne Nahrung lebten, habe ich oftmals gesehen. Wenn die im Museum befindlichen Weibchen zu keinem Hummelneste mit lebenden Insassen gelangen konnten, so legten sie die Eier in die alten, der Sammlung angehörenden Nester, wo sich auch die Raupen entwickelten und Schaden anrichteten. Überhaupt scheint die Hummelwabe samt Inhalt auch für andere Gäste sehr anziehend zu sein, denn *Dermestes lardarius* L. und *Tinea pellionella, sarcitella* u. a. nisten sich ungemein gern darin ein und zerfressen die Puppentönnchen gerade so wie die Wachsteile etc.; deshalb pflege ich jetzt jedes Nest für die Sammlung mit arsensaurem Natron zu präparieren. Diejenigen Motten, deren Larven in alten Hummelwaben sich entwickelten, wo nur geringe Mengen von Nahrungsstoffen vorhanden waren, sind außerordentlich klein und unscheinbar, so daß man sie genau ansehen muß, um sie als Glieder derselben Spezies anzuerkennen, der ihre Eltern angehören. —

Aus der Thatsache, daß in einem Glase, worin 2 Weibchen zur Entwickelung gelangt waren, sich im Reste der Waben mehrere junge Raupen am 5. Mai v. J. lustig tummelten, das Glas (ein gewöhnliches Cylinderglas von 30 cm Höhe und 5 cm Durchmesser) oben mit einem Papier seit Juli 1883 so gut verschlossen war, daß keine Motte hinein oder heraus gelangen konnte, und ich trotz des eifrigsten Suchens nur die 2 weiblichen Leichen fand, von einem Männchen aber keine Spur entdecken konnte, dürfte es nicht allzu gewagt erscheinen, den Schluß zu ziehen, daß auch bei dieser Motte wie bei so vielen anderen Insekten vielleicht hin und wieder eine parthenogenetische Entwickelung vorkommt. Doch müssen weitere unanfechtbare Beobachtungen in dieser Hinsicht noch gemacht werden; obige Beobachtung brachte mich eben nur auf die angegebene Vermutung, leider konnte ich kein weiteres Resultat erzielen, denn die Larven gingen sämtlich zu Grunde, so daß ich in bezug auf das Geschlecht derselben nichts in Erfahrung bringen konnte. Die Copula findet jedenfalls in der Nacht statt, denn bei mehreren hundert Individuen, die im Laufe der letzten Jahre im Museum ausgekrochen waren, konnte ich dieselbe niemals konstatieren und doch war die Mehrzahl der von mir beobachteten Weibchen befruchtet.

Außer der *Aphomia Colonella* L. leben in den Hummelnestern (besonders bei den unterirdisch bauenden) noch zwei andere kleinere Motten, die aber bei weitem nicht so häufig vorkommen und deshalb bisher übersehen wurden. Die eine davon heißt, wie ich aus der gütigen Bestimmung des Herrn Disqué in Speier ersehe, *Achroia Grisella*, während ich die dritte Hummelmotte bisher noch nicht zu bestimmen im stande war.

Der Mammutjäger in Mähren.

Von

Dr. Heinrich Wankel.

Allmählich schmolzen die riesigen Eis- und Schneefelder, die Mitteleuropa weit und breit bedeckten: es sammelten sich die Wässer in den Niederungen an oder durchströmten wild tobend die Thäler und das unebene Terrain, tiefe Furchen zurücklassend; sie rissen die von den Gletschern zerriebenen Schuttmassen mit sich, um sie an anderen Orten wieder fallen zu lassen, und so sind an den Ufern der Flüsse und im flachen Lande mächtige Lößablagerungen in Form bald niedriger, bald hochgewölbter Hügel entstanden. Es war dies eine Zeit, welche wir die diluviale nennen. Solche durch diluviale Fluten gebildete Lößhügel treffen wir auch an den Ufern des Bečwaflusses in Mähren, sie begrenzen den Lauf des Flusses und breiten sich auch im Flachland aus, dem Terrain eine wellenartige Oberfläche gebend.

Ein derartiger Hügel liegt unmittelbar hinter dem Dorfe Předmost bei Prerau; er erhebt sich zu einer mäßigen Anhöhe, die sich wellenförmig gegen Osten fortsetzt und die hinreichend hoch war, um von hier aus einen weiten Ausblick über das flache, vor ihm sich ausbreitende Parkland zu gewähren, auf dessen fetten Triften das riesige Mammut und das wollige Rhinozeros, der Ur und das Elen weideten, wo der grimmige Höhlenbär und der Höhlenlöwe hausten, auf dem Baume der Fielfraß auf seine vorüberziehende Beute lauerte und die Meute hungeriger Wölfe das flüchtende Pferd und das Renntier jagte.

Dieser Hügel war daher dem im Lande herumziehenden Mammutjäger sehr willkommen, er diente ihm als zeitweilige Lagerstätte, wo er so lange blieb, bis ihm entweder der beginnende Mangel an Wild oder eine hereinbrechende Flut wieder weiter zu wandern gebot. Vor mehreren Jahren ist er auf der südöstlichen Seite, teils um den unter dem Löß liegenden devonischen Kalk aufzuschließen, teils um Raum zur Erweiterung eines Gartens zu gewinnen, welchen der an den Hügel grenzende Grundbesitzer anlegte, abgegraben worden und da wurde in 2 m Tiefe eine schwarze ½ m mächtige Schicht aufgeschlossen, die eine große Menge teils ganzer, teils zerstückter Knochen von Mammut und anderen Tieren enthielt, welche leider aus Unkenntnis zerstampft und als Düngemittel auf die Felder geführt wurden.

Als der Schreiber dieses von dem Funde Kenntnis erhielt, ließ er den Löß bis auf die schwarze Schicht abgraben und fand, daß fast alle die gefundenen Mammutknochen die unzweifelhaften Spuren der menschlichen Hand an sich trugen, daß diese Schicht, von Kohle geschwärzt, nebst den Knochen verschiedener anderer Tierspezies auch eine große Menge Feuersteinwerkzeuge enthielt. Der Berichterstatter erkannte ferner, daß diese Kulturschicht mit den darin liegenden Gegenständen die Reste einer langdauernden Ansiedelung eines Jägervolkes sind, welches diesen und auch die nahestehenden Hügel, als sie noch nicht mit der 2 m mächtigen letzten diluvialen Ablagerung bedeckt waren, bewohnte. Von hier aus konnte der Jäger die weite Ebene übersehen, von hier seine Jagdausflüge nach allen Seiten unternehmen und hier war er auch durch den Fluß gegen jeden feindlichen Überfall wohlgeschützt.

Die Spuren großer Feuer, die zerschlagenen und angebrannten Knochen und die zurückgelassenen Artefakte aus Stein und Bein verraten des Jägers häusliches Heim, und als er weggezogen war, scheinen die zurückgebliebenen Abfälle noch lange den zerstörenden Einflüssen der Witterung ausgesetzt gewesen zu sein, bis die abermals mächtig anschwellenden Fluten der Bečwa sie 2 m tief unter dem Löß begruben.

Wenn auch die Knochen zumeist bunt durcheinander zu liegen schienen, so war doch bei genauer Untersuchung eine gewisse Übereinstimmung in der Lage mit dem Gebahren und den Absichten der Mammutjäger unverkennbar. Es war durchaus kein Zufall, daß die gleichen Knochen des Mammut verschiedener Individuen beisammen lagen und mitunter wie künstlich aufeinander geschichtet waren; kein Zufall, daß an einer Stelle sechs Beckenhälften, an einer anderen viele Schulterblätter, an einer dritten viele Röhrenknochen, worunter die Oberschenkel riesiger Mammuttiere, mit denen jüngerer Individuen abwechselnd, beisammen lagen; auf einer anderen Stelle fand sich eine große Menge Fußknochen, eine große Anzahl zerhauener Rippen oder aus den Kiefern herausgeschlagener Becken und künstlich bearbeiteter und zerschnittener Stoßzähne. Auffallend hierbei war die geringe Menge von Wirbeln, an denen fast immer die spongiösen Wirbelkörper fehlten, die vielleicht später von Raubtieren verzehrt wurden. Von den meisten Röhrenknochen waren die Epiphysen künstlich losgeschlagen und fast die meisten trugen die Spuren der Steinaxt, ja in vielen steckten noch die durch den Schlag abgebrochenen Feuersteinsplitter. Auffallend und eigentümlich waren die vielen künstlich abgetrennten Gelenkpfannen, insbesondere des Unterschenkels, die mitunter vielfache Spuren der Abnutzung zeigten, welche Kunde geben, daß sie zu irgend einem, vielleicht häuslichen Gebrauche, als eine Art Teller u. dgl. dienten. Viele Knochen, zumeist die des Mammuts, ließen Spuren der Einwirkung des Feuers erkennen, andere mußten gänzlich verkohlt worden sein, denn die schwarze Erde bestand durchgehends aus verkohlten Knochen mit geringen Spuren von Holzkohle.

Die größte Anzahl der Knochen gehörte dem Mammut (*Elephas primigenius*) an. Von demselben waren fast alle Knochen vertreten und noch überdies von Tieren verschiedener Altersstufen, ja selbst Fötal-

knochen, d. i. Knochen noch ungeborner Individuen. Von letzteren waren es hauptsächlich Unterkiefer mit beginnender Zahnentwickelung in Form von kleinen lamellösen im Durchbruche begriffenen Zahnknospen; daneben aber sprechen kleine, vollkommen ausgewachsene Zähne und besonders ein kleiner Unterkiefer mit ausgebildeten Zähnen, welche durch die Zahl der Lamellen auf ein altes Individuum schließen lassen, für die ehemalige Existenz einer sehr kleinen Mammutart, welche FISCHER als *Elephas primig. pygmaeus* bezeichnete.

Das zweite Tier aus dieser Zeit war das wollige Nashorn (*Rhinoceros tichorhinus*), von dem sich nur einige Fragmente von Röhrenknochen vorfanden; dafür war der Wolf (*Canis spelaeus*) durch viele Rumpf- und Extremitätenknochen, namentlich Unterkiefer vertreten, welche Knochen aber keine Spuren einer künstlichen Bearbeitung oder Zertrümmerung trugen. Einige Unterkiefer und Metatarsusknochen wiesen auf den Höhlenbären (*Ursus spelaeus*), auf den Höhlenlöwen (*Felis leo spelaea*) und auf den Fielfraß (*Gulo spelaeus*) hin, andere Unterkiefer und durchgehends der Länge nach aufgeschlagene Röhrenknochen auf das diluviale große Pferd (*Equus caballus* RÜTIMEYER), auf den Ur (*Bos primigenius*), den Elk (*Cervus alces*), den Eisfuchs (*Canis lagopus*), den Schneehasen (*Lepus variabilis*) und noch viele Knochen auf kleine sowohl Säugetiere als Vögel der arktischen Zone.

Ein interessanter Fund war die rechte Unterkieferhälfte eines Menschen; sie lag mitten in der kohlenüberfüllten Kulturschicht unter einem über $1^1/_3$ m langen Oberschenkel eines riesigen Mammuts.

Dieser Unterkiefer unterscheidet sich in bezug sowohl auf seine Größe als auf seine Merkmale in keiner Weise von den jetzigen Menschen; er gehörte, nach den Astwinkeln zu schließen, höchstwahrscheinlich einem prognathen Individuum und zwar einem Weibe mittleren Alters an; daß er aber den Mammutmenschen zugeschrieben werden muß, dafür spricht einerseits seine Lage in der ungestörten, über 2 m tief liegenden Kulturschicht, anderseits der auf ihm liegende riesige Oberschenkelknochen, welcher weder durch Fluten noch andere elementare Ereignisse, sondern nur durch Menschenhände dorthin, wo er lag, gelangen konnte.

Da wir durch diesen Fund eines menschlichen Unterkiefers mitten unter den Mammutknochen die Gleichzeitigkeit des diluvialen Menschen als unumstößlich erwiesen betrachten müssen, so wird es uns auch nicht wundern, die von seiner Hand erzeugten Artefakte zu finden, welche auch in großer Menge zerstreut in der Kulturschicht lagen. Es sind dies Artefakte aus Bein und aus Stein und fremdartige Objekte, die der Mensch zu seinem Gebrauche von weither geholt und hier zurückgelassen hatte.

Die meisten der Beinartefakte waren aus Mammutknochen gearbeitet, aber auch viele aus Knochen anderer gleichzeitig lebender Tiere.

Zu den ersteren gehörte ein walzenförmiges, aus dem Stoßzahne eines Mammut sehr schön gearbeitetes, oben und unten abgestutztes, 25 cm langes und 7 cm dickes Objekt. Aus der Mitte der glatt polierten oberen Fläche ragt ein aus der Substanz des Elfenbeines herausgearbeiteter Fortsatz heraus, der, von einem verhältnismäßig kleinen Loche durchbohrt, als Öhr zur Aufnahme einer dünnen Schnur bestimmt war, an welcher dieser Gewicht ähnliche Gegenstand hing. Zu dieser Schnur

aber konnte gewiß nicht das Material aus dem Pflanzenreiche genommen worden sein, da der Mammutmensch schwerlich die Kenntnis hatte, so dünne und hinreichend feste Schnüre aus der Pflanzenfaser zu erzeugen; es liegt daher die Annahme nahe, daß zu deren Herstellung der Darm eines Tieres verwendet wurde, um gedreht eine brauchbare Schnur zu erzeugen, die an das Gewicht befestigt einen Lasso darstellte, mit welchem er das flüchtige Tier fing, wie es noch heutzutage wilde Völker und insbesondere die Indianer thun.

Ein anderes Werkzeug stellt eine Keule dar, die sich wahrscheinlich beim Gebrauche der Länge nach spaltete; sie zeigt an der Kante ein System paralleler Einschnitte, die eine Art Verzierung darstellen sollten.

Ein anderes Werkzeug ist ein ungefähr 15 cm langer, konischer, aus Elfenbein geschnitzter Pfriem mit einem sehr spitzen Ende und einer runden breiten Basis.

Ein Fragment einer Rippe, deren eine Kante künstlich halbmondförmig ausgeschnitten ist, scheint ein noch nicht vollendetes Werkzeug darzustellen.

Das interessanteste Stück aber ist eine aus der kompakten Knochenmasse eines Oberschenkels nach Art der Steinäxte von Abbeville oder dem Thale der Somme zugeschlagene spitzige Beinaxt, die in gleicher Weise wie jene Steinäxte durch Zuschlagen und Abschnitzeln hergestellt ist. Die ungewöhnliche Größe, die Abwesenheit größerer Feuersteinknollen macht den Eindruck, als ob sie aus Mangel des entsprechenden Steinmateriales im Notfalle aus Knochen hergestellt worden wäre. Nebst diesen erwähnten Artefakten können noch 9 pfriemen- und spatelartige, aus Rippen erzeugte Instrumente angeführt werden, die durch ihre deutliche Gebrauchsabwetzung verraten, daß sie wahrscheinlich zu häuslichen Zwecken, vielleicht zum Abhäuten oder zur Ablösung des Fleisches von den Knochen gedient haben mögen.

Von den Artefakten aus Knochen anderer Tiere sind zu erwähnen: künstlich durchbohrte Zähne von reißenden Tieren, namentlich die Schneidezähne des Höhlenbären, die an einer Schnur aufgereiht als Schmuckgegenstände dienen mochten, ferner ein oberes Ende eines Ellbogenbeines, wahrscheinlich vom Elentiere, das zugespitzt eine dolchartige Waffe abgab, an welcher das Olekranon als sehr zweckmäßige Handhabe diente; dann ein aus Renntierhorn gearbeitetes Heft zu einem Steinmesser, an dessen einer Seite ein primitives Ornament in Form von kreuzweise geführten Ritzen angebracht ist.

Als Schmuckgegenstand diente wahrscheinlich auch der Wirbelkörper eines kleineren Säugetieres, der seitlich von einem Loche durchbohrt ist.

Die Steinwerkzeuge waren durch Hunderte von aus weißpatiniertem Feuerstein geschlagenen Messern, Sägen, Nadeln, Schabern, Pfeilspitzen und Äxten vertreten; mitunter kamen auch etliche Werkzeuge aus rotem Eisenkiesel vor. Oft fanden sich große Haufen von Flintsplittern, ringsum große geschwärzte, in der Kulturschicht liegende Steine; ausgenützte Feuersteinkerne, sogenannte Nuclei, die Zeugnis geben von der emsigen Thätigkeit dieses wilden Jägers.

Die fremdartigen von Urmenschen hierher gebrachten Gegenstände waren Stücke von strahligem Magneteisenstein, Rötel, ferner mehrere Meereskonchylien, wie *Pecten*, *Dentalium*, Geschiebe von Bergkrystall u. s. w.

Wenn wir nun die Resultate dieser Ausgrabung zusammenfassen, so ergibt sich ein Bild, das die urgeschichtliche Forschung uns mit treuen Zügen malt, das sowohl über das Leben als auch den Kulturzustand des Mammutjägers einige Aufklärung gibt.

Woher dieser in unser Land gekommen ist, das wissen wir nicht; wir wissen aber, daß er der erste Bewohner, der Autochthone Mährens war, der die nassen und waldigen Auen, die wildreichen Fluren, die Nähe größerer Flüsse liebte. Als Troglodyte hatte er im Winter die Höhlen bewohnt und als nomadisierender Jäger im Sommer seine Lagerstätte auf flachen Hügeln aufgeschlagen, von wo aus er seine Jagdzüge in die grünenden Gefilde Mährens, in das vor ihm liegende Wald- und Parkland unternahm; mit einem an langer Schnur aus gedrehten Därmen befestigten Lasso fing er das flüchtige Wild oder er grub tiefe Gruben aus, in die das riesige Mammut und Rhinozeros stürzten, um von ihm sodann erschlagen zu werden. Er zerlegte die Jagdbeute und schleppte sie stückweise auf jenen Hügel, wo er sein Lager aufgeschlagen, um sie da am mächtigen Feuer zu braten und mit seinesgleichen zu verzehren. Die Abfälle warf er beiseite und häufte sie an abgelegenen Stellen auf, wo nächtlicherweile der Wolf und anderes Raubgesindel sich einfand, die Knochen zu benagen. Dort auf dem Lößhügel von Předmost war es, wo er auf großen Steinen sitzend sich die Steinwaffen und Werkzeuge schlug, wo er sich mit roter und schwarzer Farbe nach Art der heutigen Wilden bemalte, sich in Felle der erjagten Tiere kleidete, seinen Hals mit Schnüren voll durchbohrter Zähne zierte und mit seinen primitiven Waffen den Kampf um sein Dasein gegen die wilden Bestien ausfocht. Wenn auch nicht von riesiger Gestalt und tierisch affenähnlichem Aussehen, war er doch ein roher Geselle, in dessen bildungsfähigem Gehirne der schlummernde Keim zum kulturellen Leben erwachte, das in seinem ganzen Gebahren zum Ausdruck kam. Als das können wir ihm unsere Bewunderung nicht versagen, die er als unser Urahne auch in vollem Maße verdient.

Wissenschaftliche Rundschau.

Anatomie.

Der Tastapparat der menschlichen Hand.

Aus der vorliegenden Abhandlung [1], welche in ihrem ersten Teil mit der Entwickelung der Epidermis und des Papillarkörpers sich befaßt, verdient namentlich der zweite Teil allgemeinere Beachtung, indem derselbe einen wertvollen Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Menschen und der Affen enthält, die Untersuchung über »die Gliederung des Tastapparates der Hand, die Tastballen der Affenhand und anthropologische Verwertung«.

In der menschlichen Hand lassen sich 10 Tastballen unterscheiden. Fünf an den Endgliedern der Finger bilden die Tastballen 1. Ordnung. In betreff der Anordnung der Gyri kann man zwei »entwickelungsgeschichtliche Typen« unterscheiden, den »transversalen und den bogenförmigen«. Jener geht hervor aus einer Fortsetzung des schon in der Hand und in den beiden ersten Fingergliedern überwiegenden Längsdruckes auf die Fingerbeeren. Sein Ergebnis ist die Herstellung querer Gyri im Bezirk der Fingerbeere. Drei bilden die Tastballen 2. Ordn. An der Übergangsstelle von der Mittelhand zu den Fingern liegen sie zwischen 2. und 3., 3. und 4., 4. und 5. Finger. Bei diesen Tastballen ist der bogenförmige Typus zu beobachten, ja er nähert sich dem direkten Gegensatz des transversalen, dem longitudinalen. Zwei Tastballen, welche den Daumenballen und den Kleinfingerballen einnehmen, sind die Tastballen 3. Ordn. Sie heben sich weniger scharf von der Umgebung ab und zeigen den bogenförmigen Typus. Das ganze übrige Gebiet wird als intermediäres bezeichnet.

Wie verhält sich der Nervengehalt der Tastballen zu dem des intermediären Gebietes? Die Präparation der Handnerven berechtigt zu der Vermutung, »daß die peripherischen Bezirke des Handtellers gegenüber dem zentralen Teil desselben in bezug auf das Tastvermögen einen gewissen Vorrang behaupten«. Die Verbreitung der Vater-Pacini'schen Körperchen betreffend kommt Kollmann zu folgendem Resultat: In reichlicher Zahl finden sie sich, wie schon Henle und Kölliker nachwiesen, in

[1] Der Tastapparat der Hand der menschlichen Rassen und der Affen in seiner Entwickelung und Gliederung von Dr. A. Kollmann. Mit 2 lith. Doppeltafeln. Hamburg und Leipzig, Leop. Voss. 1883. (78 S. 8°.)

den Tastballen 1. Ordn. Ein gleiches Verhalten wies Verf. für die Tastballen 2. Ordn. nach, indem in einem einzigen Tastballen 2. Ordn. an der Hand eines einjährigen Kindes nicht weniger als 62 VATER-PACINI'sche Körperchen gefunden wurden. In den Tastballen 3. Ordn. sind sie, wenn auch bedeutend spärlicher als in den beiden andern Formen, doch reichlicher vorhanden als im intermediären Gebiet, ohne jedoch hier völlig zu fehlen.

Auch die Tastkörperchen sind über die ganze Handfläche verteilt, so zwar, daß sie sich in geringerer Zahl in der Hohlhand finden als in den diese umgebenden Erhebungen, den Tastballen 2. und 3. Ordn. In diesen finden sie sich wieder in geringerer Zahl als in den Ballen 1. Ordn.

Bei den Affen herrscht konzentrische Anordnung der Leisten der Tastballen vor. Namentlich bei den Tastballen 2. Ordn. ist sie stark ausgeprägt. »Wir haben hier von kleinen Ringwällen bedeckte zitzenförmige Hügel vor uns, die durch ihre Höhe und Wölbung überraschen.« Während bei dem Menschen die Tastballen 2. Ordn. durch den longitudinalen Charakter der Leisten gekennzeichnet sind, wird umgekehrt bei den Affen in der Leistenaufreihung der Endphalangen der longitudinale Charakter in den Vordergrund gestellt.

Die Anthropoiden nehmen eine Mittelstellung zwischen den niedern Affen und dem Menschen ein, indem bei den Tastballen 2. und 3. Ordn. die stark hervortretenden zitzenförmigen Erhebungen fehlen. Dagegen ist auch bei ihnen der Simiadentypus der Tastballen 1. Ordn. zu beobachten.

Die Verteilung der Tastkörperchen betreffend konstatiert Verf. auch hier eine Abnahme derselben von den Endphalangen gegen die Mittelhand zu, ferner daß die Tastballen 2. Ordn. etwas weniger Tastkörperchen aufweisen als die erster, daß der ulnare Tastballen 3. Ordn. etwas weniger Tastkörperchen aufweist als der 2. Ordn., dagegen über eine doppelt so große Zahl verfügt wie eine gleichgroße intermediäre Stelle.

Im nachfolgenden stellen wir aus den zahlreichen Messungen einige Mittelwerte zum Vergleich der Verteilung der Tastkörperchen beim Menschen und bei *Macacus erythraeus* zusammen:

Auf 10 mm Schnittlänge.	Mensch.	*Macacus erythraeus.*	
3. Glied des Zeigefingers	24	10,7	Tastkörperchen
2. » » »	7,1	5,5	
1. » » »	4	3,3	»
Tastballen 2. Ordn.	4,4	10,1	
Ulnarer Tastballen 3. Ordn.	3,5	8,3	
Mitte der Hohlhand	1,7	3,9	:

Von besonderem Interesse ist jedenfalls die Thatsache, daß auch in bezug auf ein so detailliertes anatomisches Merkmal wie den Bau der Tastballen die Anthropoiden eine gewisse Mittelstellung zwischen niederen Affen und Menschen einnehmen, eine Thatsache, die an Interesse gewinnt, wenn wir hören, daß auch zwischen den typischen Verhältnissen des Kaukasiers einer- und der Anthropoiden anderseits durch verschiedene Rassen Übergänge geboten werden. Jedoch war leider das dem Verf. hierfür zu Gebote stehende Material allzu spärlich, um zu mehr als zu

diesem ganz allgemeinen Schlusse zu berechtigen. Immerhin zeigte sich, daß die für die Simiaden charakteristische longitudinale Aufreihung der Leisten an den Fingerbeeren auch beim Menschen vorkommt.

Winterthur. Dr. R. KELLER.

Nachschrift der Redaktion. Dem ersten Teile der vorliegenden Schrift möchten wir noch einige Worte widmen, weil wir der Meinung sind, daß der Verf. hier, auf eine an sich ganz richtige Beobachtungsreihe gestützt, zu einer einseitigen Beurteilung der Thatsachen sich hat verleiten lassen. Anknüpfend an Untersuchungen namentlich von FLEMMING und PFITZNER sucht er die Wachstumsrichtungen in der embryonalen und der wachsenden Epidermis zu ermitteln, wozu sich das Studium der Kernteilungsfiguren als treffliches Hilfsmittel darbietet. Es zeigt sich, daß (bei Amphibien wie bei Säugetieren) die lebhafteste Zellvermehrung in der tiefsten Schicht der Epidermis stattfindet, und zwar erfolgt dieselbe am häufigsten in der Längsrichtung (des Körpers bezw. der Extremität), viel seltener in Richtung der Quere und noch seltener der Dicke. Dem entsprechend stellen auch die Zellen dieser Schicht z. B. am Finger eines dreimonatlichen Fötus dicht zusammengedrängte Prismen dar. Das ist aber nach KOLLMANN nicht einfach Folge der raschen Zellvermehrung, sondern beruht auf dem durch letztere erzeugten Seitendruck, der sich nach dem obigen natürlich in der Längsrichtung weitaus am stärksten äußern muß. Dieses »Prinzip« oder »Gesetz« des Seitendruckes, wie es Verf. nennt, zu dessen Begründung er insbesondere noch auf die Erscheinungen (z. B. bei Hautwunden und am Primitivstreifen) verweist, wo aus dem epithelialen Verband ausscheidende Zellen scheinbar wegen des mangelnden Seitendruckes sich unregelmäßig ausbreiten und Platten- oder Sternform annehmen, liefert dann auch die Erklärung dafür, daß an der volaren Handfläche des Embryos zunächst die Schweißdrüsen von der basalen Epidermisschicht aus in die Tiefe wuchern und später dieselbe Schicht in zahlreiche meist einander parallele Falten zusammengeschoben erscheint, zwischen denen dann der Papillarkörper gleichsam als »bindegewebiger Ausguß« der leisten- und glockenförmigen Erhebungen des formbestimmenden Epithels empordringen kann. Zum Vergleiche wird auch die Gyrifizierung des Gehirns herangezogen, die ja gleichfalls im äußeren Keimblatt erfolge und »denselben Gesetzen unterliege wie die Gyrifizierung der Haut«. — Daß Verf. damit wirklich eine »Erklärung« der fraglichen Vorgänge, eine Zurückführung dieser Spezialerscheinungen auf allgemeinere Gesetze gegeben zu haben glaubt, geht namentlich aus S. 28 hervor, wo er ausdrücklich sagt: da mit dem Hinweis auf die Vererbung noch nichts für das Verständnis der Organbildung erreicht sei, so müsse man sich zu diesem Zwecke nach den unmittelbar wirksamen Ursachen umsehen, und als eine solche biete sich im vorliegenden Falle die aktive Ausdehnung der Epidermis ganz von selbst dar.

Wir gestehen, daß wir in alledem nichts weiter als eine überflüssige und zu Mißverständnissen verleitende Umschreibung der beobachteten Thatsachen zu sehen vermögen. Nehmen wir einmal an, die

Existenz jenes »Seitendruckes« sei wirklich erwiesen; ist denn aber damit irgendwie erläutert oder auch nur wahrscheinlich gemacht, warum derselbe hier stärker, dort schwächer, bald als Längs-, bald als Querdruck wirkt oder warum er die Schweißdrüsenanlagen in so regelmäßigen Abständen auftreten läßt? Nun ist aber der Seitendruck selber eine bloße Annahme. Der Verf. sagt uns freilich: die gegenseitige Abplattung, die Prismengestalt, die lebhafte Vermehrung der Zellen der basalen Epidermisschicht und deren Ausweichen nach unten oder oben beweisen dessen Vorhandensein zur Genüge. Allein ist etwa diese Zellschicht eine feste Platte, und wird sich ein durch Vermehrung ihrer Elemente erzeugter Druck nur in Richtung ihrer Fläche fortpflanzen? Scheiden nicht fortwährend neue Zellen aus derselben aus und zwar gerade nach außen gegen die Hornschicht hin, deren Widerstand Verf. doch für die Ursache hält, welche die Wucherung der Schweißdrüsenanlagen nach innen bedingen soll? Möge er uns doch sagen, aus welchem Material und von welcher Konsistenz eine horizontale Platte sein muß, damit durch Seitendruck in derselben regelmäßige zapfenförmige Ausbuchtungen nach unten oder glockenförmige Erhebungen nach oben entstehen! Wir glauben behaupten zu dürfen, daß Verf. mit seinem Seitendruck im Grunde nichts anderes meint, als was man bisher vorsichtiger »örtlich gesteigerte Wachstumsintensität« genannt hat, in dem klaren Bewußtsein, damit nur eine Umschreibung, aber eine verständige, keinem mechanischen Prinzip widersprechende, an Beobachtetes sich anschließende Umschreibung des Sachverhalts ausgesprochen zu haben.

Einer unbefangenen Betrachtung kann es aber ferner keinem Zweifel unterliegen, daß bei den vom Verf. geschilderten Vorgängen nicht bloß die Zellen der Epidermis, sondern auch diejenigen der Kutis, welche den eigentlichen Papillarkörper bilden, eine aktive formgebende Rolle spielen, ja daß wahrscheinlich gerade diese es sind, welche hauptsächlich als leitender, den ersten Anstoß gebender Faktor wirken. Was hat denn überhaupt ursprünglich zu der Leistenbildung und »Gyrifizierung« der volaren Epidermis geführt, die übrigens, wie Verf. selbst bemerkt, auch noch an anderen Stellen (Papilla foliata der Zunge, Greifschwänze von Affen u. s. w.) vorkommt? Doch wohl stets eine durch vermehrte Tastreize veranlaßte Vermehrung der Tastkörperchen in der anfangs noch glatten Haut, wodurch erst sekundär eine Erhebung derselben in Riffe und Wärzchen bedingt wurde. Ähnlich dürfte das Verhältnis auch in der Ontogenese sein. Noch niemand hat behauptet, den Mechanismus dieser und ähnlicher Vorgänge wirklich aufgedeckt zu haben; auch die hier angedeutete Anschauung stellt sich selbst nur als Möglichkeit hin und sie darf jedenfalls nicht so grobmechanisch aufgefaßt werden (wie es allerdings auch vielfach geschehen ist), als ob nach ihr die Epidermis wie ein toter Handschuh über den emporwachsenden Papillarkörper herabgestülpt würde. Wer gewohnt ist, den Organismus als lebendes Ganzes zu begreifen, dem ist ohne weiteres klar, daß beide Teile gleichmäßig und gleichsinnig wachsen und sich verändern müssen, um das komplizierte Tastwerkzeug entstehen zu lassen. Solch einseitige Behandlung dieser Fragen aber, wie sie Verf. hier versucht hat, führt dem Ziele nicht

näher, sondern von demselben ab. Irren wir nicht, so sind es im wesentlichen Nachklänge His'scher Wachstumsgesetze, welche sich in der vorliegenden Arbeit zum »Gesetz des Seitendrucks« verdichtet haben. Dieselben können wohl gleich ihrem Urbild im ersten Augenblick den Schein einer wirklichen Erklärung vortäuschen — bei kritischer Beleuchtung verflüchtigen sie sich zum leeren Hauch.

Biologie.

Nutzbare Pflanzen und Tiere der alten und neuen Welt.[1]

Da das unten verzeichnete Buch einen allgemein interessierenden Stoff behandelt, so dürfte es wohl angezeigt sein, auf seinen Inhalt etwas näher einzugehen und die Resultate in knapper Form zusammenzustellen, wodurch sich wohl mancher veranlaßt fühlen wird, sich mit dem Inhalt der vorliegenden Schrift genauer bekannt zu machen.

Tier- und pflanzengeographische, teilweise auch geologische Thatsachen lassen es wahrscheinlich erscheinen, daß alle größeren Festlandmassen unserer Erde in gewissen Perioden mit anderen in Zusammenhang gestanden und so ihre Organismen mit diesen haben austauschen können. Bei Australien scheint der Zusammenhang schon vor der Tertiärzeit gelöst worden zu sein, denn seine Säugetierfauna weist nur Beuteltiere und Monotremen auf, also Vertreter von Gruppen, welche als die niedrigsten und ältesten Repräsentanten des Säugetierstammes gelten. Was die Pflanzenformen betrifft, so bekleiden die Eukalypten und Proteaceen den größten Teil der bekannten Oberfläche des Kontinents, während Casuarinen mit ihren morphologisch angedeuteten, physiologisch aber nicht ausgebildeten Blättern und die eigentümlichen monokotyledonischen Grasbäume oder Xanthorrhoen in manchen Beziehungen mehr an tertiäre als an jetzt lebende Typen erinnern.

Sehen wir so, daß Australien in seiner Abgeschlossenheit sich nur wenig weiter entwickelt hat und uns fremde Bilder bietet, so ist die organische Welt Amerikas ganz anders beschaffen, alles deutet auf einen bis in die späte Zeit dauernden regen Austausch zwischen den Pflanzen und Tieren der alten und neuen Welt. Können wir doch von vielen arktischen Gewächsen nicht nachweisen, ob sie im Norden Europas entstanden sind, in Nordasien ihren Schöpfungsherd gehabt oder in Nordamerika ihren Ursprung genommen haben, da im hohen Norden die klimatischen Verhältnisse und somit die Lebensbedingungen ziemlich gleich sind. Nichtsdestoweniger haben sich aber Fauna wie Flora auch selbständig weiter entwickelt. Man denke nur an das massenhafte Auftreten der Kompositen in Nordamerika und an die der neuen Welt eigen-

[1] Die nutzbaren Pflanzen und Tiere Amerikas und der alten Welt verglichen in bezug auf ihren Kultureinfluß, von Dr. F. Hock. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1884. 58 S. gr. 8°.

tümlichen Familien, wie Kakteen, Kalycereen, Passifloreen etc., Namen, denen noch manche andere hinzugefügt werden könnten.

Versucht man nun einen Vergleich zwischen den organischen Reichen der beiden großen Festlandmassen unserer Erde zunächst ganz im allgemeinen, so wird man schon aus den Größenverhältnissen[1] unbedingt auf eine weit ungünstigere Stellung der neuen Welt schließen, da diese kaum halb so viel Flächeninhalt besitzt wie die drei Erdteile der alten Welt zusammen. Bei näherer Betrachtung gewinnt freilich Amerika, da es sich durch beinahe alle Zonen erstreckt und durch seine geringe Ausdehnung in die Breite der Einwirkung des Meeres ungleich mehr ausgesetzt ist als die kompakte Masse der alten Erdteile. Küstengebiete sind aber dem Binnenland gegenüber immer im Vorteil, und in Amerika liegt kein Ort weiter wie 270 Meilen von der See entfernt.

Vergleichen wir nun im spezielleren den Kultureinfluß der nutzbaren Pflanzen und Tiere und beginnen wir mit der Flora, so dürfte es am zweckmäßigsten sein, mit denjenigen Gewächsen den Anfang zu machen, welche ohne größere Pflege dem Menschen von Nutzen werden können. Solche finden wir namentlich in der nur tropischen und subtropischen Gebieten angehörigen Familie der Palmen. Ist jetzt die Kokospalme auch ein Kosmopolit geworden, so ist doch wohl Amerika als ihre ursprüngliche Heimat anzusehen, da alle ihre Gattungsgenossen, ja sämtliche Kokoineen mit Ausnahme von *Elaeis guineensis* auf die neue Welt beschränkt sind, wenn auch von den Gegnern dieser Behauptung viele Gründe ins Feld geführt worden. Eine ähnliche Bedeutung haben von den amerikanischen Palmen *Mauritia flexuosa* und *vinifera* sowie *Raphia taedigera*. Diesen stellt die alte Welt *Raphia vinifera* aus Westafrika, *Borassus flabelliformis* aus dem Monsungebiet, die Dattelpalme der Sahara sowie einige andere Arten gegenüber, so daß sie hinter der neuen nicht zurückbleibt.

Von anderen ohne größere Kultur dem Menschen als Nahrung wichtigen Pflanzen mögen als der Osthemisphäre angehörig angeführt werden der Pisang, der Brotfruchtbaum, *Pandanus odoratissimus*, denen durch *Bertholletia excelsa*, den Kakao, die Ananas, *Achras Sapota*, *Persea gratissima*, *Araucaria imbricata*, *Pinus monophylla* und *edulis* hinreichend das Gleichgewicht gehalten wird.

Gehen wir zu den Obstpflanzen, als welche alle wegen ihrer ohne Zubereitung eßbaren Früchte oder Samen kultivierten Gewächse bezeichnet werden mögen, über, so werden von den in der alten Welt einheimischen Sorten 71 gezüchtet, während Amerika nur 24 neue hierzu geliefert hat. Auf beiden Erdhälften finden sich Obstpflanzen unter den Anacardiaceen, Myrtaceen, Diospyreen etc.: die Feigendistel (*Opuntia ficus indica*), die Ananas, eine Reihe Anonaceen, die Kokospflaume (*Chrysobalanus Icaco*) kommen Amerika zu, während die alte Welt hauptsächlich mit den Aurantieen Asiens und den Amygdalaceen in die Schranken tritt. Zudem ist unsere Erdhälfte noch im Nachteil dadurch, daß sich

[1] Der Flächenraum Amerikas verhält sich zu dem der alten Welt in runden Zahlen wie 4 : 9.

auf ihr weit mehr unerforschte Räume (man denke nur an Innerafrika) finden als in der neuen Welt. Weit auffallender aber als dieses Verhältnis von 1 : 3 ist der Umstand, daß die Amerika entlehnten Obstarten sämtlich dem neotropischen Gebiete, d. h. der südlichen Hälfte entnommen sind. Da die hauptsächlichste, wenn auch vielleicht nicht einzigste Nahrung der Menschen ursprünglich in Pflanzen resp. deren Früchten sowie Samen bestanden hat, so ist Amerika ungleich schlechter gestellt als die alte Welt.

Unter den Kulturgewächsen stehen die Cerealien oben an. Von ihnen verdanken wir Amerika nur eine einzige Art, den Mais, welcher ihm sogar eine Zeitlang streitig gemacht worden ist, während wir die Gerste, den Hafer, verschiedene *Triticum*-Arten, den Reis, die Hirse etc. aufzuweisen haben. Auch in den sogenannten Getreidekräutern schlagen wir Amerika bedenklich, denn es weist nur die Quinoa-Hirse (*Chenopodium Quinoa*) auf, während von der Osthemisphäre verschiedene *Fagopyrum*-Arten, der indische *Amarantus frumentaceus* und das in Habesch vielfach gebaute *Linum humile* in Kultur genommen sind.

In bezug auf Hülsenfrüchte ist Amerika etwas besser gestellt, wenn auch die alte Welt in dieser Beziehung ungleich artenreicher ist. *Phaseolus lunatus*, verschiedene *Prosopis*-Arten und *Arachis hypogaea* liefert Amerika, wir Bohnen, Erbsen, Linsen, Kichererbsen, Lupinen, Spargelerbsen, den Bohnenbaum des tropischen Afrika etc.

Von Pflanzen, welche ihrer unterirdischen Teile wegen kultiviert werden, muß zuerst die Kartoffel erwähnt werden, dieses wichtigste Geschenk Amerikas, welche in einzelnen Ländern der alten Welt zur Hauptnahrungspflanze geworden ist und nicht wenig zur Verdichtung der Bevölkerung in derartigen Gegenden beigetragen hat. Eine ähnliche Verwendung findet die Batate (*Convolvulus Batatus*), welche in einzelnen Gegenden wie z. B. Tahiti sogar der Kartoffel vorgezogen wird; die das Arrowroot liefernde *Maranta arundinacea*, die Mandiokawurzel (*Manihot utilissima*), *Helianthus tuberosus* etc. sind in Amerika heimisch, wenn wir es auch hinsichtlich der Artenzahl übertreffen; genannt mögen werden die Yamswurzel, einige Aroideen, *Cyperus esculentus*, Rettig, Möhre etc.

Die wichtigsten Sagopflanzen (*Metroxylon Rumphii*, *M. lacus*, *Sagus farinifera*, *Borassus flabelliformis*, die palmenähnlichen *Cycas*-Arten) gehören der alten Welt an, während für den Welthandel der südamerikanische Sago kaum in Betracht kommt.

An Gemüsepflanzen hat uns Amerika nichts geliefert, denn unsere zahlreichen Salatgewächse, die mannigfaltigen Suppenkräuter, der Spinat, die Kohl- und Ampferarten, die Artischocke, die Kappern etc. gehören der alten Welt an.

Von den Gewürzen verdanken wir zwar dem von Kolumbus entdeckten Erdteil die kostbare Vanille, aber in welchem Verhältnis steht dieses eine Gewürz zu den vielen, welche uns die alte Welt geschenkt hat? Denn der spanische Pfeffer der *Capsicum*-Arten vermag doch nur schwer den indischen an Wert aufzuwiegen, und der Nelkenpfeffer oder Myrt sich nur bescheiden den Gewürznelken zur Seite zu stellen, ja der sogenannte brasilianische Nelkenzimt ist nur als ein schlechtes Surrogat

für den eigentlichen Zimt Ceylons anzusehen und kommt an Bedeutung für den Welthandel der *Cassia* Chinas bei weitem nicht gleich, von anderen Zimtsurrogaten Amerikas gar nicht zu reden. Gewürznelken, Muskatnüsse, Ingwer, Kardamom, Anis, Lorbeerblätter, Kümmel und Senf sind in der alten Welt einheimisch, ebenso das Zuckerrohr, welches nicht wenig auf die Entwickelung der Kultur in Amerika von Einfluß gewesen ist, und die Runkelrübe wie das *Sorghum saccharatum*, neben denen der amerikanische Zuckerahorn und die Zuckerföhre verschwinden.

An Pflanzen, welche erregende Getränke und Narcotica liefern, ist Amerika keineswegs arm. Wem fiele nicht sofort der Tabak ein, welcher die ganze Welt erobert hat? Seine Einwirkung ist aber auch nützlich gewesen, denn er hat zuerst nach goldarmen Ländern Amerikas Europäer gezogen, wie denn die Kolonie Virginia nur dem Tabaksbau ihre Gründung verdankt. Als nur verderblich wirkend muß dem gegenüber das Opium der alten Welt bezeichnet werden, während dem ostasiatischen Thee die neue ihren Paraguaythee in verschiedenen Arten[1], sowie dem afrikanischen Kaffee ihren Kakao zur Seite stellen kann.

[1] Über diesen Gegenstand entnehmen wir zur Ergänzung der Schrift von J. Muenter „Über Mate und die Mate-Pflanzen Süd-Amerikas" (Mittlg. des naturw. Ver. für Neu-Vorpommern und Rügen XIV. 1883) folgendes:

Das nach Analogie des chinesischen Thees vorläufig nur erst in Südamerika zur Verwendung und zu erheblicherer Geltung gelangte Rohmaterial, in der Heimat als Yerba, Mate, Congonha bezeichnet, in Europa unter dem Namen Paraguaythee bekannt, aber daselbst noch selten zu einem theeartigen Getränke verwandt, wird aus den Blättern zahlreicher, meist immergrüner Gehölze der subtropischen Regionen Brasiliens, Paraguays und Argentiniens bereitet, von denen nur eine oder höchstens einige Arten Gegenstand des Anbaues im großen, im 17. oder 18. Jahrhundert in der Provinz Corientes und im südlichen Paraguay gewesen sind und in neuester Zeit wieder in Südbrasilien resp. Natal vorzukommen scheinen. — Die größte Menge der Yerba oder der Mate wird gegenwärtig noch immer von wild wachsenden Gehölzen des Urwaldes vorgenannter Länder gewonnen. — Eine unter dem Namen Culen oder auch Yerba Mate in Chile gebräuchliche und neben echtem Paraguaythee zur Verwendung gelangende Theesorte stammt von *Psoralea bituminosa* L. Eine neue Sorte Paraguaythee, Naranjillo genannt, ebenfalls in Chile in Gebrauch, stammt von *Villaresia mucronata* Ruiz et Pavon. Die in der argentinischen Provinz Jujuy bei Oran gesammelte Yerba Mate ist ihrer Abstammung nach bis jetzt unbekannt, desgleichen alle Pflanzen, welche die *Yerba paraguaya* des Handels liefern und innerhalb der Grenzen der jetzigen Republik Paraguay wachsen.

Bekannt ist, daß sonstige gefundene, gebrauchte und beschriebene Mate liefernde Pflanzen Brasiliens und Argentiniens den Papilionaceen, Celastrineen, Symplocaceen und Ilicineen angehören, während sie sich auf folgende Gattungen verteilen: *Psoralea, Maytenus, Symplocos, Villaresia* und *Ilex*.

Wer sich näher für diese wichtige und wohl einen guten Importartikel abgebende Sache interessiert, sei auf die angezogene inhaltreiche Schrift Muenter's verwiesen.

Anm. d. Red. Es würde dem hier besprochenen Werke gewiß nur zum Vorteil gereicht und seinen allgemeinen Wert noch erhöht haben, wenn sein Verf. das historische Moment noch mehr berücksichtigt hätte. Wir haben dabei zwei ganz verschiedene Seiten desselben im Auge. Einmal lehrt uns die Erdgeschichte den wahren Grund kennen, warum insbesondere Nordamerika so arm an nutzbaren Tieren (und Pflanzen) ist: nachdem dort eine Fülle von Tiergeschlechtern während der ganzen Tertiärperiode geblüht (zu deren Entwickelung es also keineswegs, wie Peschel meinte, an Raum gebrach), darunter die Vorfahren der Elefanten, Kamele und Pferde, die ja sogar höchst wahrscheinlich dort ihre ursprüngliche

Bei den Arzneipflanzen stellt sich das Verhältnis wie bei den Obstpflanzen wie 1 : 3. Die neue Welt lieferte 8, die alte 24 offizinelle Gewächse. Doch sind von den amerikanischen die Chinarinde, die Sassaparille (*Smilax officinalis*) und die Ipecacuanha (*Cephaelis Ipecacuanha*) zu erwähnen.

Wenn auch das Vorkommen von verschiedenen Nahrungspflanzen für die Kulturentwickelung eines Landes von Bedeutung ist, so sind doch wohl die Holzgewächse ebenso wichtig. Denn sie geben den Bewohnern das Material zur Anfertigung von vielerlei Geräten — und ohne diese ist kein Ackerbau, ohne Ackerbau keine höhere Kultur möglich — und zum Bau von Wohnungen. Sind diese schlecht zu beschaffen, müssen ganze Familien in einem Raum zusammenhausen, so wirkt dieser Umstand immer kulturhemmend ein. — Freilich werden so große Länderkomplexe wie die hier zu vergleichenden nie vollständigen Mangel an Holzpflanzen aufzuweisen haben, doch kann von den amerikanischen nur das Mahagoni einen hohen Wert beanspruchen, mit dem sich die für den Handel so wichtigen Eisen- und Ebenholzarten Afrikas zum Teil wohl messen können.

Stellen wir die Pflanzen der alten und neuen Welt einander gegenüber, welche zum Flechten und Spinnen verwandt werden, so überwiegt die Zahl der Faserstoffgewächse der alten Welt bedeutend diejenige von Amerika. Wollten wir alle anführen, so dürften wohl zwei Seiten kaum genügen, deshalb seien nur die bemerkenswertesten genannt. 36 Familien bezeichnet Frank in Leunis' Synopsis der Pflanzenkunde Band I, S. 854 etc. als Gespinstfasern liefernde, unter denen die Malvaceen, Linaceen, Urticaceen, Cannabineen, Asclepiadeen, Bromeliaceen, Liliaceen,

---

Heimat gehabt haben, sind es wohl hauptsächlich die verheerenden Wirkungen und Folgeerscheinungen der Eiszeit gewesen, welche gerade die für den Menschen wichtigsten Formen vernichteten, andere wenigstens nach dem Südkontinent verdrängten, von wo sie über die erst später so sehr verengerte Landbrücke nicht mehr zurückwandern konnten. Die andere Richtung, nach welcher die historische Betrachtungsweise hier fruchtbringend hätte sein können, ist die: Der zivilisierte Mensch hat während mehr als zwei Jahrtausenden Zeit gehabt, sich aus den Gewächsen der alten Welt die für ihn verwertbaren auszusuchen, sich an so mancherlei Früchte, Gewürze u. s. w. zu gewöhnen, die verschiedensten Tiere nutzbar zu machen und zu zähmen. Die neue Welt ist viel später vom Menschen besiedelt worden, auch scheint es dort infolge wiederholter Völkerverschiebungen nie zu einer eigentlichen Kontinuität der Kulturentwickelung gekommen zu sein, was man wohl auch hauptsächlich auf die langgestreckte Gestalt der Landmassen und ihrer Gebirgszüge zurückführen darf; — daher sind denn auch die mancherlei Ansätze zur Ausnutzung der Tier- und Pflanzenwelt (als Beispiel diene die Tierliebhaberei der Guarani und vieler anderer südamerikanischer Stämme) in ihren Anfängen stecken geblieben; und als der hastig lebende Europäer hinüberkam, konnte er nur das wenige sich aneignen, was schon vollkommen den Zwecken des Menschen dienstbar gemacht war, die mühselige langsame Arbeit der eigentlichen Domestikation von Pflanzen oder Tieren hat er bekanntlich weder hier noch irgendwo anderwärts übernommen. So mag auch an Gewürzen, Nahrungs- und Genußmitteln noch eine ungeahnte Fülle in der üppigen Pflanzendecke der amerikanischen Tropen und Subtropen verborgen liegen, wir kennen sie nur noch nicht oder sind schon zu sehr übersättigt, um gerne neues noch aufzunehmen. Das alles, meinen wir, verdiente wohl erwogen zu werden, wenn man einmal eine solche Gegenüberstellung gründlich durchzuführen sich anschickt, wie Verf. es versucht hat.

Palmen und Gramineen die bemerkenswertesten sind. Aus Amerika treten in mehr oder minder hervorragender Bedeutung auf: *Gossypium*-Arten, *Attalea funifera*, verschiedene *Bombax*-Spezies, ebenso Vertreter der Asclepiadaceen und einige Bromeliaceen, während die alte Welt die Baumwolle und eine Reihe anderer Malvaceen geliefert hat und Flachs und Hanf, Jute, verschiedene *Urtica*- und *Boehmeria*-Arten, die Aloe Afrikas, die neuerdings so in Aufnahme gekommene Espartofaser von *Stipa tenacissima* L. zu ihren einheimischen Gewächsen zählt.

Ähnlich verhält sich die Sache bei den Färberpflanzen. Wohl verdanken wir Amerika einige sehr schätzenswerte Beiträge, wie *Maclura*, eine gelbfärbende Moracee, ferner die den Orleans erzeugende *Bixa orellana* aus Südamerika, das Blau- oder Kampescheholz von *Haematoxylon campechianum*, das Holz von *Quercus tinctoria*, verschiedenen *Caesalpinia*- und *Indigofera*-Arten, doch braucht man nur an Krapp, Waid, Safran, Indigo etc. zu erinnern, um obiges Urteil gerechtfertigt zu finden.

In diesem Zeitalter der Maschinen dürfen die Öle und Fette liefernden Gewächse bei einer derartigen Vergleichung nicht fehlen, sie, welche ja schon bei Hellenen und anderen Völkern in Gebrauch waren und vielfach kultiviert wurden. Vor allem ist der Ölbaum zu nennen, dann die Ölpalme (*Elaeis guineensis*), *Ricinus communis*, *Sesamum indicum*, wenn auch Amerika mit *Madia sativa*, *Arachis hypogaea*, *Bertholletia excelsa* nebst der Kokospalme etc. einen Beitrag zu dieser Abteilung geliefert hat.

Die wichtigsten Gummipflanzen verteilen sich gleichmäßig auf die beiden Erdhälften, denn *Isonandra Gutta* gehört unserer, *Siphonia elastica* der neuen Welt an.

In bezug auf das Verhältnis der gesamten Fauna Amerikas zu der der alten Welt verweist der Verf. auf die vortreffliche Darstellung in Peschel's Völkerkunde, welcher nachweist, daß fast notwendigerweise die Tierwelt Amerikas gegen die unserer Hemisphäre zurückbleiben mußte, da es ihr an dem gleichen Raum zur Entwickelung fehlte. Doch läßt sich daraus kein Schluß auf das Verhältnis der Nutztiere der beiden Welten ziehen, wie dieses ja auch nicht bei den Nutzpflanzen anging.

Von Tieren, welche lediglich ihres Fleisches wegen gezüchtet werden oder bei denen unbeschadet der sonstigen brauchbaren Bestandteile hauptsächlich das Fleisch verwertet wird, ist wohl unser Schwein das wichtigste, das schon seit der 19. Dynastie bei den Ägyptern Haustier gewesen zu sein scheint. Zu diesem gesellt sich von der alten Welt noch das *Babyrusa* des indischen Archipels und das im Sudan gezähmte Sennaarschwein, denen Amerika nur die Pekaris oder Nabelschweine an die Seite zu setzen hat, welche sich aber in der Gefangenschaft nicht fortpflanzen. Dagegen verdanken wir der anderen Hemisphäre aus der neotropischen Gruppe der halbhufigen Nager das Meerschweinchen, welches jetzt nirgends mehr wild vorkommt, während wir von Nagern die Kaninchen aufzuweisen vermögen. Sonst besitzt Amerika noch eine Fülle von Fleischlieferanten und dieser Fülle ist es vielleicht zuzuschreiben, daß die Völker drüben so lange auf einer niedrigen Kulturstufe blieben, da sie die Not nicht zwang, zu ihrem Lebensunterhalt Getreide zu bauen und seßhaft zu werden. Werden auch die Sinne bei

derartigen Jägervölkern in höherem Maße ausgebildet, so leidet doch die ethische Entwickelung bei der Jagd und den bei ihr unausbleiblichen Szenen, wo der Mensch sich mehr dem Raubtiere nähert.

Da die alte Welt mit nutzbaren Vögeln, wie das Huhn, die Ente und die Gans, schon hinreichend versehen war, so lag kein Grund vor, drüben besonders auf zu zähmende Vertreter dieser Klasse zu fahnden. So hat nur der Truthahn Bedeutung gefunden und ist gezähmt. Auch das Perlhuhn und der Fasan entstammen unserer Erdhälfte.

Von wirbellosen Tieren sind nur zwei in größerem Maße zur Gewinnung von Nährstoffen gezüchtet worden, die Biene und die Auster. Beide finden sich in der alten Welt wie in der neuen vertreten, doch ist wohl die Austern- wie die Mießmuschelkultur, welche an der Ostseeküste in geringem Maße betrieben wird, erst jüngeren Datums.

Gehen wir zu der Milch über, welche jetzt eine so bedeutende Rolle in der Menschen Haushalt spielt, so muß die merkwürdige Thatsache konstatiert werden, daß die Ureinwohner Amerikas die Milchwirtschaft nicht kannten und selbst die in dieser Beziehung nutzbaren einheimischen Tiere wie die Lamas und Renntiere nicht verwandten.

Fällt dieser Umstand in kommerzieller Hinsicht schon schwer ins Gewicht, so ist in kulturhistorischer ganz besonders hervorzuheben, daß Amerika außer dem von den Eskimos verwandten Hund nur ein Arbeitstier endemisch besitzt, nämlich das Lama. Wie fällt dem gegenüber der Reichtum an Last- und Arbeitstieren bei der alten Welt auf! Pferde, Esel, Rinder, Elefanten, Kamele, Rentiere, Hunde, ja Ziegen verrichten für den Menschen Zugdienste. Wurde schon bei den Holzgewächsen erwähnt, daß ohne sie kein Ackerbau und ohne diesen keine höhere Kultur möglich sei, so muß dieses hier ganz besonders noch einmal betont werden, da Mangel an Zugtieren die Abwesenheit des Pfluges, des Wagens und Schlittens bedingt, ohne welche keine höhere Entwickelung des Ackerbaus möglich ist. Sind keine Arbeitstiere vorhanden, so sinkt die Frau zu einem solchen herab oder Sklaven müssen die Dienste eines solchen versehen, beides Zustände, welche sich nur bei wenig entwickelten Völkern finden.

In ähnlicher Weise fehlten den Amerikanern alle zur Jagd abgerichteten Tiere außer dem Hunde; Katze, Iltis, Jagdfalken, um nur diese drei zu erwähnen, gehören der alten Welt an, obwohl vikariierende Formen der neuen nicht fehlen. Das Fehlen einer Dressur bei diesen Tieren ist also durch den niedrigen Bildungsstand jener Völker bedingt.

Außer Nahrung und Unterstützung bei der Arbeit liefern die Tiere dem Menschen auch Kleidung. Sind auch die bekanntesten Wolllieferanten aus der Gruppe der Hohlhörner fast ganz auf unsere Erdhälfte beschränkt — denn von 11 Ziegen- und 11 Schaf-Arten besitzt Amerika nur eine Spezies *Ovis* — so wurde das Moschusschaf schon vor der Entdeckung Amerikas benutzt, und Südamerika versorgten die Lamas in ausreichendem Maße. Mit Pelztieren sind wohl beide Hemisphären ziemlich gleich gut versehen.

Ferner wäre hier der Seide zu gedenken, welche hauptsächlich von Bewohnern der alten Welt gewonnen wird. Dem Maulbeerspinner, welcher

in China schon mindestens 2200 Jahre v. C. gezüchtet ist, dem Ricinusspinner Indiens, den chinesischen Eichen- und dem japanesischen Ailanthusspinner vermag Amerika nur die *Attacus*-Arten gegenüberzustellen.

Wie die Seide nur als ein Luxusartikel zu betrachten ist, so sind es noch mehr die Federn ausländischer Vögel und alle die übrigen zahlreichen Handelsprodukte, welche wir dem Tierreiche verdanken; zudem sind sie von zu geringem Einfluß auf die Entwickelung des Handels in den Ländern ihres Ursprunges gewesen oder sie lassen sich wie z. B. Perlen gleichzeitig aus Tieren beider Kontinente gewinnen.

Spielt auch die unter dem Namen Kauri bekannte *Cypraea moneta* im Welthandel eine gewisse Rolle, so ist doch dieses dem südöstlichen Asien entstammende Mollusk kein besonderer Vorzug unserer Erdhälfte, da auch die Schalen verschiedener Weichtiere Amerikas bei den Einwohnern als Geld fungiert haben.

Ist so im großen und ganzen die neue Welt in fast jeder Gruppe des Pflanzen- oder Tierreiches entschieden gegen die alte im Nachteil, so ist auf der anderen Erdhälfte die nördliche noch besonders gegen die südliche benachteiligt, was seine Erklärung leicht in der Breitenlage der beiden Hälften findet, von denen die eine zum großen Teil den Tropen angehört, die andere aber mit einem großen Teil in die kalte Zone hineinragt.

In einem Anhange werden die wichtigsten Kulturpflanzen und -Tiere der alten und neuen Welt zusammengestellt, wobei in verschiedenen Kolumnen mit entsprechenden Abstufungen ihre Verbreitung und ihr Kulturalter sowie das Produkt dieser beiden Faktoren angegeben wird. In dem vorstehenden Auszuge sind wir den Hauptabschnitten des Buches ziemlich genau gefolgt.

Berlin. E. Roth.

Zum „Kampf mit der Nahrung".

Die Besprechung meines Buches »Der Kampf mit der Nahrung« durch Herrn Dr. R. Keller (Kosmos 1884, II. Bd., S. 315) veranlaßt mich zu nachstehenden Bemerkungen, durch welche, wie ich hoffe, die daselbst gegen einen Teil meiner Auseinandersetzungen erhobenen Bedenken beseitigt oder wenigstens modifiziert werden dürften. Die zu besprechenden Sätze sind folgende:

1) Wodurch entsteht Mimikry? Halten wir den Satz fest, daß die natürliche Auslese nur erklärt, weshalb eine entstandene Varietät bestehen bleibt, nicht aber, aus welchen Ursachen sie entstanden ist, mit andern Worten, daß die natürliche Auslese gewisse Entwickelungsrichtungen begünstigen, niemals aber Entwickelungsrichtungen hervorrufen kann, so gilt es die Ursachen der Varietätenbildung zu finden.

Aus dem Fundamentalsatz meiner Arbeit: »Durch Divergenz in der Nahrung entsteht Divergenz in Form und Farbe gleicher Individuen«,

dessen Wirksamkeit im Pflanzen- sowie Tierreiche ich nachgewiesen zu haben glaube, folgt mit Notwendigkeit der Schluß: Durch Konvergenz in der Nahrung entsteht Konvergenz in der Form und Farbe ungleicher Individuen«; und daraus folgerte ich weiter, daß die ähnlichgeformten und ähnlichgefärbten Arten verschiedener Tiergattungen, die sogenannten mimikrierenden Arten (Mimikry im engern Sinne)[1] gleiche Nahrung haben würden.

Eine Reihe von Beispielen sprach mit Entschiedenheit für diese Anschauung, besonders die Thatsache, daß solche Kuckucksvögel, die beständig ihre Eier in die Nester einer Vogelgattung legen, die Häherkuckucke, *Coccystes*, mit ihren Wirten, wie schon der Name sagt, bedeutende Ähnlichkeit im Habitus zeigen. Es ist mir nun gelungen, neue Reihen mimetischer Arten aufzufinden, welche gleiche Nahrung mit den Vorbildern haben. Es gehören hierher die Kuckucksbienen, speziell die Gattung *Psithyrus*. »Die *Psithyrus*-Arten, schreibt Prof. Schenk (in den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde in Nassau, Jahrg. 1852—58), legen ihre Eier an den von *Bombus*-Arten eingetragenen Futterbrei. Ihre Larve schlüpft früher aus als die der Zellenerbauerin, so daß die letztere zu Grunde geht. Sie sind ihren Wirten in Größe, Färbung und Gestalt so auffallend ähnlich, daß sie bis in die neueste Zeit mit denselben in eine Gattung vereinigt worden sind. Es fehlen ihnen nur die Sammelborsten und die starke Behaarung des Hinterleibes und der Bauchseiten. Unter ihnen ist das ♂ von *Ps. saltuum* sehr ähnlich dem ♂ von *Bombus hortorum*. *Ps. rupestris* Lep. ähnelt auffällig der Steinhummel, sie ist jedoch weit schmäler. Das ♂ variiert ähnlich dem ♂ der schwarzen Hummelarten, besonders *Derhamellus*.« Hierher gehört folgende spätere Bemerkung Schenk's: »Nicht immer legen die *Psithyrus*-Arten ihre Eier in die Nester der ihnen ähnlichen Hummelarten, so hat man z. B. *Ps. Barbutellus* in den Nestern von *Bombus pratorum* und *Derhamellus* gefunden.« Es ist das ein ähnliches »Verirren«, wie es van Beneden von den Eingeweidewürmern erwähnt (die Schmarotzer, S. 104), und es erklärt zugleich das Vorkommen der Varietäten bei den Schmarotzerhummeln.

Der ausgezeichneten Arbeit Schenk's, welche die Nahrung der einzelnen Arten so genau wie möglich angibt, entnehme ich noch folgende für meine Schlußfolgerung sprechende Thatsachen:

1) »Die Arten der Gattung *Coelioxys*, welche ihre Eier in die Nester von *Anthophora* und *Megachile* legen, sind von Illiger als *Anthophora* beschrieben worden.«

2) »Die *Stelis*-Arten findet man im Sommer auf *Picris*, Disteln, Brombeeren. Die kleinsten Arten fliegen meist mit *Trypetes truncorum* und *Heriades campanulorum*, mit der ersteren Art haben mehrere sehr viel Ähnlichkeit, z. B. *Stelis pygmaea*, die kleinste Art, *Stelis minuta*, mit der letzteren, so daß Nylander in seinen »Apes boreales« die *minuta* zu diesem Genus gerechnet hat; später hat er seinen Irrtum eingesehen. Schenk

[1] Die mimikrierenden Arten zerfallen in zwei Gruppen, die völlig voneinander zu trennen sind: die erste Gruppe (Mimikry im engeren Sinne) wird gebildet durch Tiere, welche andern täuschend ähnlich sind, die zweite (Mimikry im weitern Sinne) durch solche, welche Pflanzenteile, Bodenfarbe u. s. w. nachahmen.

vermutet, daß die Larven von *Stelis* außerdem bei ihren Vorbildern schmarotzen.

3) »Die vielen, aber schwer zu unterscheidenden Arten von *Prosopis* T. fliegen am Ende des Frühjahrs auf *Sedum*, *Reseda*, *Rubus*, *Achillea*, *Tanacetum*, *Heracleum* und besonders gern auf der Gartenzwiebel, häufig mit kleinen, gleichgefärbten Grabwespen.«

4) »NYLANDER beschreibt ein dem *Panurgus lobatus* ähnliches Genus mit einer Spezies, *Panurginus niger*, eine Schmarotzerbiene.

5) »Die Gattung *Nomada* ist meist in der Färbung wespenähnlich. LEPELLETIER hält sie für Schmarotzerhummeln. Jedenfalls suchen sie Löcher in Mauern und in der Erde auf.«

Diese Beispiele sind deshalb sehr wichtig, weil eine Reihe anderer Insekten, die ihre Eier gleichfalls in Hummelnester legen, deren Larven jedoch nicht den Futterbrei, sondern das Nestmaterial u. s. w. verzehren, mit ihren Wirten keine Mimikry aufweisen.

6) Die *Claviger*- und *Scydmaenus*-Arten leben als Myrmekophilen in Ameisennestern und werden (wenigstens ist dies bereits von den Clavigeriden bestimmt nachgewiesen, (s. OKEN, Allg. Naturg., B. 5, Abt. 2, 1835, S. 1708) von den Ameisen gefüttert. Nach BATES (Naturf. am Amazonenstrom, S. 514) sind sie »die am meisten anomalen Formen unter den Koleopteren«, sie nähern sich in der Form ganz entschieden den Ameisen und »die gemeinen *Scyd. helwigii* sehen wie kleine, braune Ameisen aus« (OKEN l. cit. S. 1708). Ob einige Arten dieser Gattungen als mimikryzeigende aufgeführt worden sind, ist mir nicht bekannt. Unter den Hemiptern gibt es Arten, welche mit Ameisen Mimikry zeigen. »Bei keiner ist die Gestaltnachahmung,« schreibt O. REUTER (Schweiz. Ent. Ges. Bd. IV, H. IV, S. 156), »so durchgeführt und ausgeprägt als bei dem kleinen Capsiden *Systellonotus triguttatus* L. Dies betrifft jedoch nur das Weibchen, das ♂ dagegen ist ganz typisch ausgebildet, die entwickelten Flügel, der Kopf und das Pronotum sind ganz normal, d. h. nicht imitatorisch ausgebildet. Während das ♂ wie die übrigen Capsiden lebt, findet sich das Weibchen stets in Gesellschaft einer Menge kleiner schwarzer Ameisen und in deren Kolonien. Auch die Larven leben in den Ameisennestern und sind den ausgebildeten Weibchen ähnlich.« Werden diese Insekten wie die Clavigeriden von den Ameisen gefüttert?

Ich will hier gleich einige Worte über den Di- und Polymorphismus der Geschlechter einschalten und zwar unter Zugrundelegung folgender Mitteilung aus BATES (Naturf. a. Amaz., S. 28): »*Papilio Sesostris* ist sammetschwarz mit großen seidengrünen Flecken auf den Flügeln. Nur das ♂ ist so gefärbt, das ♀ ist einfacher und seinem Genossen so durchaus unähnlich, daß man es lange für eine ganz verschiedene Spezies gehalten hat. Mehrere andere mit dieser verwandte Spezies bewohnen fast ausschließlich diese feuchten Schatten. Bei allen haben die ♂ glänzende Farben und sind von den ♀ sehr verschieden, so z. B. *P. Aeneas*, *P. Vertumnus* und *P. Lysander*. Die ♀ dieser Spezies suchen nicht die Gesellschaft der ♂, sondern fliegen langsam an Stellen

umher, wo der Schatten weniger dicht ist. An feuchten Stellen sieht man die ♂ in großer Anzahl die Irrgänge des Waldes durchdringen und sich auf den scharlachroten Blüten der Schlingpflanzen nahe den Spitzen der Bäume niederlassen. Zuweilen sieht man einen Verirrten an Örtlichkeiten, welche die Weibchen besuchen.«

Den Weibchen kommt vor allem die Aufgabe zu, für die günstige Placierung der Nachkommen Sorge zu tragen, d. h. sie sind an die Orte gebunden, auf welchen die Nährpflanzen ihrer Larven vorkommen, während die ♂ frei umherschweifen, es werden daher die ♀ nicht selten ganz andere Nahrung haben als die ♂; das geht aus Bates' Mitteilung klar hervor, ebenso aus dem Verhalten der Geschlechter von *Systellonotus triguttatus* L., und auch H. Müller hat nachgewiesen (Stellung der Honigbiene. Deutsche Bienenzeitung 1883, Nr. 13), daß die ♂ vieler Bienen andere Pflanzen als die ♀ besuchen. Es müssen also neben den Charakteren, welche bei den Geschlechtern dieser Arten durch die Geschlechtssphäre bedingt sind, noch andere abweichende Charaktere sich ausbilden, die in der verschiedenen Nahrung ihren Ursprung haben. »Verirrt« sich nun, wie Bates sagt, eine Anzahl von ♂ einer solchen Art in die Gebiete der ♀ und nimmt deren Nahrung an, so entstehen Varietäten der ♂, d. h. Dimorphismus derselben, auf umgekehrte Weise Dimorphismus der ♀, und ist die Spezies polyphag, so kann die Differenzierung sich bis zum Polymorphismus steigern. — Um Mißverständnissen vorzubeugen, erkläre ich noch ausdrücklich, daß es mir gar nicht einfällt, den gestaltbildenden Einfluß der Geschlechtsorgane zu leugnen, derselbe ist ja durch das Kastrationsexperiment schlagend nachgewiesen, aber daß ein und dasselbe Organ auf ein und denselben Körper in zwiefacher, resp. vielfacher, wesentlich verschiedener Weise einwirken kann, bestreite ich allerdings, denn es widerspricht eine solche Annahme allen Naturgesetzen. Man wird daher immer zwischen »wirklichen« Sexualcharakteren und »scheinbaren« zu unterscheiden haben. —

Kehren wir jetzt zur Mimikry im engern Sinne zurück:

Das achte Beispiel dafür, daß Mimikry unter Tieren mit Nahrungsgleichheit verbunden ist, ist folgendes:

»Im südlichen Spanien findet man auf Tamarisken ein unglaublich reiches Insektenleben, das in seiner Hauptmasse durch kleine Rüsselkäfer repräsentiert wird, welche die schönsten speziellen Anpassungen darbieten. In auffallender Weise stimmen die *Coniatus*-Arten (bunt und auffällig gefärbte kleine Rüsselkäfer), die, so viel bekannt, sämtlich auf Tamarisken leben, mit ihrer Futterpflanze überein, denn die charakteristische Zeichnung von schrägkonvergierenden Flecken an den Flügeldecken gleicht genau den dachziegelartig geordneten Schuppenblättern der Pflanze. Höchst interessant ist es nun, daß ganz dieselbe Zeichnung nicht nur an einem anderen, der Gattung *Coniatus* fernstehenden Käfer, *Geranorhinus elegans*, sondern auch bei einer Wanze und bei einer Raupe, die alle nur auf Tamarisken leben, wieder gefunden wird.« Es werden also die beiden Käfer und die Wanze Mimikry zeigen.

Wenn nun auch die angeführten Beispiele, wie ich gern zugebe, noch nicht genügen, um die Behauptung, daß Mimikry im engern Sinne,

d. h. wirkliche Form- und Farbenähnlichkeit von gleicher Nahrung herrührt, als bewiesene Thatsache erscheinen zu lassen, so hoffe ich doch, daß diese Auseinandersetzungen dazu beitragen werden, insektensammelnde Forscher darauf aufmerksam zu machen, daß Abbildungen und Aufzählungen mimikrierender Arten für fernere Forschung erst dann brauchbar werden, wenn die Lebensweise und vor allem die Nahrung der betreffenden Individuen und Gattungen aufs genaueste erforscht worden sind.

Wenden wir uns jetzt der Mimikry im weiteren Sinne zu, d. h. der Thatsache, daß Tiere täuschende Ähnlichkeit mit Teilen von Nährpflanzen, mit der Bodenfarbe u. s. w. besitzen.

Der erste Fall läßt sich sehr gut aus der Thatsache erklären, daß Tiere beim Übergang zu anderer Nahrung sofort in der Farbe zu variieren beginnen; es beruht das ohne Zweifel darauf, daß das Pigment durch die Einwirkung der aus der neuen Nahrung gezogenen Säfte Farbenveränderungen erleidet. (Eine solche Farbenveränderung ist bei Schmetterlingsraupen nachgewiesen, ferner ist es bekannt, daß sämtliche Tiere bei Umwandlung in Haustiere sofort in der Farbe zu variieren beginnen. Wilde Kaninchen z. B. zeigen, so lange sie in Freiheit ihre Nahrung sorgfältig auswählen, eine graubraune Sandfarbe; sobald sie jedoch zu Haustieren gemacht werden und so zur Aufnahme der ihnen vorgelegten fremden Nahrung gezwungen sind, entstehen aus ihnen schon in den nächsten Generationen weiße, schwarze und bunte Varietäten [Beisp. n. Globus XIX, 1871, p. 379].) Durch den Kampf ums Leben werden nun von den auf einer Pflanze lebenden Arten diejenigen ausgerottet werden, welche den geringsten Schutz gegen Verfolgung in ihrer Form und Farbe besitzen, es vernichtet also die Auslese Arten und Varietäten, oder erhält sie, aber erzeugt sie nicht.

Die Gleichheit der Farbe der Tiere mit der des Bodens will ich an der Färbung der Polartiere besprechen. — Bekanntlich herrschen weißgefärbte Arten und Varietäten in den Regionen des ewigen Schnees vor. Weiße Varietäten entstehen und finden sich aber nicht nur in den Polarländern, sondern in sämtlichen Klimaten. Von sämtlichen Haustierarten sind weiße Individuen bekannt, sie kommen außerdem vor bei Mäusen, Ratten, Hasen, Hirschen, Krähen, Sperlingen, Rebhühnern und vielen andern Arten und Gattungen. Dieses völlig gleichartige Auftreten einer Färbung in den verschiedensten Gattungen weist mit Entschiedenheit auf eine gemeinsame Ursache dieser Zerstörung des Pigments (dadurch entsteht ja bekanntlich Weißfärbung) hin: und besonders der Umstand, daß bei Umwandlung der wilden Tiere in Haustiere mit der Verfärbung des Pigments auch die Zerstörung desselben häufig eintritt, läßt erkennen, daß beide gemeinsame Ursachen haben und daß diese auf dem Nahrungswechsel beruhe. Auch die Thatsache, daß bei manchen Tieren die Weißfärbung nur im Winter auftritt, spricht nicht dagegen, da viele Tiere im Winter mit ganz anderer Nahrung vorlieb nehmen müssen als im Sommer. Sehr interessant ist es, daß in den Polarregionen neben weißgefärbten Individuen einer Art auch anders gefärbte vorkommen. Nach Robert Brown gibt es zwei Formen des Polarfuchses (*Vulpes lagopus*), eine

blaue und eine weiße, deren Färbung nicht von den Jahreszeiten abhängen soll. Beide vermischen sich miteinander. (Brown, On the mammalian fauna of Greenland, in Proceed. of the zoolog. Soc. of London, 28. Mai 1868.) — Da Fleischfresser ebenso wie Pflanzenfresser bei Nahrungswechsel in der Farbe variieren, so kann es vorkommen, daß bei gleicher Farbe und Annahme gewisser Stellungen Pflanzen- und Fleischfresser Ähnlichkeit zeigen, die sich jedoch nur auf die Farbe, nicht auf Formanalogien erstreckt; dahin scheint die von Herrn Dr. Breitenbach im Kosmos[1] erwähnte Mimikry zwischen Aktinien und Nacktschnecken, die beide Tange bewohnen, zu gehören. Die Aktinienähnlichkeit der Schnecken tritt »selbstverständlich« erst dann ein, wenn sich die Schnecke stark zusammenzieht.«

Interessant wäre die Beantwortung der Frage: in welchem Verhältnis steht die Form und Farbe monophager Tierarten zu derjenigen ihrer Nährtiere?

Ich glaube durch diese Auseinandersetzungen gezeigt zu haben, daß sich auch die »Mimikry im weiteren Sinne« aus den von mir aufgestellten Sätzen sehr gut erklären läßt: die in einem Gebiet vorhandene Nahrung wandelt die eindringenden Individuen um und die natürliche Auslese entscheidet darüber, ob diese Umwandlung für die Erhaltung des Individuums günstig war oder nicht.

Daß die Farbe des Nährmittels bei seiner Wirkung auf den Organismus keine Rolle spielt, sei hier noch nebenbei erwähnt; es ist daher auch nicht nötig, daß ich die weiße Nahrung der Polartiere nachweise.

Herrn Dr. Keller's Vorwurf, daß ich mich bei Erwähnung der Formähnlichkeit zwischen bestimmten Beuteltieren und Placentaltieren eines »kaum wissenschaftlichen Arguments« bedient habe, glaube ich zurückweisen zu können. — Claus, Lehrbuch der Zoologie, S. 808, schreibt: »Im Habitus der gesamten Körperformen und in der Art der Bewegung wiederholen die Beutler eine Reihe von Säugetiertypen verschiedener Ordnungen.« Ebenso macht Brehm auf den Parallelismus zwischen Beuteltier- und Placentaltierformen aufmerksam, und Bennett (Nature, III, p. 271) spricht gar von Mimikry zwischen *Antechinus minutissimus* und *Mus delicatulus*. Wenn so bedeutende Forscher mit diesen Argumenten operieren, warum soll ich mich nicht darauf berufen?

II. Beruht die Thatsache, daß Pflanzen demselben Boden ungleiche Nährstoffquanten entziehen, auf innern, d. h. immateriellen Ursachen?

Nein, denn das »Wahlvermögen« ist eine Folge des Gesetzes: Jede Pflanze ist ein Produkt ihrer Nahrung und derjenigen ihrer Vorfahren. Es sind die chlorophyllfreien phanerogamen Schmarotzer Nachkommen von einst chlorophyllführenden Pflanzen; einer ihrer Vorfahren begann organische Stoffe statt Kohlensäure aufzunehmen, deren Nachkommen bildeten diese Fähigkeit weiter aus und vererbten sie auf ihre Nachkommen. Auf solcher Vererbung beruht auch das Nährstoffbedürfnis der übrigen Pflanzen, dem sie auch in fremdem Boden nachzukommen

[1] 1884, I. Bd., S. 20.

suchen. Es werden daher Pflanzen, welche auf demselben Boden zusammenkommen, sich nicht ineinander verwandeln, aber sie werden gemeinsame Charaktere aufweisen (Behaarung, Hypodermbildung, Knollenbildung u. s. w. auf Boden mit periodischem Wassermangel). Diese Analogien in der Form können zu scheinbarer Formgleichheit führen (kakteenartige Euphorbien, zu vergleichen Bennett: Mimikry in Plants. Pop. Sc. Rev. Nr. 42, p. 1, 1872). Mimikry im engeren Sinne, d. h. wirkliche Formannäherungen bei Tieren und Pflanzen entstehen durch Einwirkung gleicher Nahrung und gleicher Lebensbedingungen auf ursprünglich unähnliche Individuen.

Das wäre es, was ich zur bessern Begründung der von Herrn Dr. Keller hervorgehobenen Punkte meiner Arbeit zu sagen habe. Gern gebe ich zu, daß ein Teil meiner Auseinandersetzungen noch eingehenderer Begründung bedarf, die ich mir für spätere Arbeiten vorbehalte.

Leipzig-Lindenau. Gustav Tornier.

Zoologie.

Wiederkäuer unter den Fischen.

In der »Histoire naturelle des poissons« von Cuvier und Valenciennes findet sich die Angabe, daß bei der Fischgattung *Scarus* zu beiden Seiten des unteren Schlundknochens eine Aussackung der Schleimhaut vorhanden ist, die wahrscheinlich ein Sekret absondert. Diese Angabe ist um so merkwürdiger, als bei Wirbeltieren, die im Wasser leben, namentlich aber bei Fischen, keine sezernierenden Drüsen in der Mundhöhle bekannt sind, oder doch nur Rudimente von solchen. M. Sagemehl untersuchte das Verhältnis genauer und ist zu dem Resultat gekommen, daß wir es hier mit eigentümlichen Pharyngealtaschen zu thun haben, d. h. mit Behältern, »in welchen die mit den Kiefern abgebissenen Nahrungsmittel aufbewahrt werden, um später in aller Ruhe zwischen den Pharyngealzähnen zermahlen zu werden«.

Sehen wir uns an der Hand der Sagemehl'schen Arbeit [1] die Verhältnisse etwas genauer an. Die Mundhöhle der Scarinen wird in ihrem ganzen vorderen Teile von einer dünnen glatten Schleimhaut ausgekleidet. Es sind in der Mundhöhle jederseits vier Kiemenspalten vorhanden. Der vierte Kiemenbogen trägt nur eine halbe Kieme und die fünfte Kiemenspalte ist obliteriert. Die den fünften Kiemenbogen darstellenden Schlundknochen sind zu einer unpaaren, mit eigentümlichen Zähnen besetzten Platte verschmolzen, dem unteren Schlundknochen. Der vor diesem Schlundknochen gelegene Teil der Mundschleimhaut ist verdickt und wulstig und z. T. mit großen Papillen besetzt. Möglicherweise können in diesem Teile der Schleimhaut willkürliche oder reflektorische Kontraktionen stattfinden, durch welche die verschluckten Speisen weiter

[1] Über die Pharyngealtaschen der Scarinen und das „Wiederkäuen“ dieser Fische. Morphol. Jahrbuch X. Band, 2. Heft, pag. 193—203.

nach hinten gelangen. Dieser Teil der Schleimhaut wird begrenzt von dem unteren Schlundknochen und den letzten Kiemenspalten, er hat also etwa die Gestalt eines Dreiecks. Von den hinteren Seitenecken dieses Dreiecks aus erstreckt sich noch ein Streifen ähnlich beschaffener Schleimhaut zur Decke der Mundhöhle hin, und an der Decke selbst bildet die Schleimhaut vor den oberen Schlundknochen eine nach unten hängende, in der Mitte gespaltene, dicke Falte, die schon Valenciennes mit dem Gaumensegel der Säugetiere verglichen hat.

Dicht vor dem unteren Schlundknochen, da, wo bei den meisten Fischen die letzten Kiemenspalten liegen. sieht man die ovalen Eingänge zu zwei großen, blinden, taschenförmigen Aussackungen der Mundschleimhaut, den Pharyngealtaschen. Bei dem 20 cm langen *Scarus radians* sind diese Taschen 1,5 cm tief und in kollabiertem Zustande 18 mm breit. Morphologisch sind die Pharyngealtaschen ohne Zweifel als die letzte (fünfte) Kiemenspalte der Teleostier aufzufassen, aus denen sie durch Obliteration und nachträgliche eigentümliche Umbildung hervorgegangen sind.

Die Wandungen der Pharyngealtaschen bestehen aus drei Schichten: Zu äußerst ist die dünne glänzende Serosa, die dadurch zu stande kommt, daß die Tasche nicht mit der Umgebung verwachsen ist, sondern frei in einer glatten Höhle hängt. Auf die Serosa folgt eine Muscularis, die aus Bündeln von quergestreiften Muskelfasern besteht, welche den Sack zumeist als schräge Bogenfasern umfassen. Die letzte Schicht ist die Mucosa; dieselbe wird aus einem feinen Netzwerk von Bindegewebsfasern gebildet, in dem zahlreiche gekörnelte Zellen liegen. Die innere Oberfläche der Mucosa ist in Falten erhoben, welche sich mannigfach durchkreuzen und so eine bald engmaschige, bald weitmaschige Zeichnung entstehen lassen. Drüsen oder drüsenartige Bildungen konnte Sagemehl in den Pharyngealtaschen nicht auffinden, so daß die Ansicht von Valenciennes, nach der die Pharyngealtaschen ein Sekret absondern sollten, aufgegeben werden muß. Vielmehr sind die Pharyngealtaschen lediglich Behälter der abgebissenen Nahrungsmittel zu dem oben bereits angegebenen Zwecke. In den Taschen fand Sagemehl Algen, Stücke von Tangen, Stücke eines Hydroidpolypen, Nadeln von Kieselschwämmen, Stücke der Schwämme selbst und in einem Falle auch Fragmente von Korallen (?). Alle diese Nahrungsteile waren nicht zu Brei zermahlen, sondern gut erhalten und erkennbar; der Inhalt des Magens dagegen besteht aus einem fein zerriebenen Speisebrei.

Die Art der Nahrungsaufnahme wird bei den Scarinen folgende sein: »Mit ihren scharfen, wie Scheren wirkenden Kiefern beißen und schaben sie von den Felsen und Korallenriffen, in deren Nähe sie sich aufzuhalten pflegen, Algen, Hydroidpolypen, Schwämme, Korallen etc. ab. Der konstante, durch die Atembewegungen erzeugte Wasserstrom befördert die abgebissenen Partikel bis in die Gegend der letzten Kiemenspalte, in welche letztere zu gelangen dieselben durch den bei den Scarinen allerdings wenig entwickelten, von den modifizierten Pharyngealstrahlen gebildeten Reusenapparat abgehalten werden. Hinter der letzten Kiemenspalte werden die Nahrungspartikel aller Wahrscheinlichkeit nach durch

die muskulöse gewulstete Schleimhaut weiter nach hinten befördert — in die Pharyngealtaschen hinein. Nachdem nun der Fisch genügend »gegrast« und seine Pharyngealtaschen angefüllt hat, sucht er sich eine ruhigere Stelle auf und beginnt die Nahrungsmittel, die durch Kontraktionen der muskulösen Pharyngealtaschen wieder in die Mundhöhle gelangen, zwischen dem durch die Schlundknochen gebildeten Mahlapparate zu Brei zu zerreiben.«

Dieses Wiederkäuen der Scarinen ist schon von ARISTOTELES beobachtet worden. PLINIUS, AELIAN und andere haben die Angaben von ARISTOTELES reproduziert, und OVID und OPPIAN reden gleichfalls vom Wiederkäuen des Scarus. Seit dieser Zeit war die interessante Thatsache vergessen worden und SAGEMEHL hat sich durch seine Arbeit das Verdienst erworben, »den nicht wenigen erst in neuerer Zeit zu Ehren gebrachten Beobachtungen des ARISTOTELES eine weitere anreihen zu können.«

Göttingen. Dr. W. BREITENBACH.

Litteratur und Kritik.

WILHELM WUNDT's Logik. Eine Untersuchung der Prinzipien der Erkenntnis und der Methoden wissenschaftlicher Forschung. I. Band: Erkenntnislehre (XII, 585 S.); II. Band: Methodenlehre (XIV, 620 S.). Stuttgart, Ferd. Enke. 1880 und 1883[1].

Unter der Herrschaft des deutschen Apriorismus hatte man vergessen, daß man kein Weltbild entwerfen kann, ohne die Welt in allen ihren Erscheinungen zu studieren, und so war jenes beklagenswerte Mißverhältnis zwischen den hochfliegenden Spekulationen der Philosophie und den Ergebnissen nüchterner Wissenschaft entstanden, durch welches die Einzel-Forschung allzusehr isoliert wurde, während die Philosophie zu einer Beschäftigung träumerischer Köpfe herabsank. Im Gegensatz dazu hat sich während der letzten Dezennien auf dem Gebiete der Philosophie eine Reorganisation vollzogen oder wenigstens vorbereitet, welche derselben den alten Ruf einer Wissenschaft der Wissenschaften von neuem zu sichern scheint.

Der Charakter dieses Aufschwunges wird dadurch bestimmt, daß die Philosophen von den Vertretern der Einzel-Wissenschaften zu lernen bemüht waren, wie man zu gesicherten Ergebnissen der Forschung gelangen kann, und daß sie, im Besitze bewährter Methoden, sich der geschichtlichen Aufgabe der Philosophie erinnerten, welche durch die nachkantische Spekulation zum mindesten verdunkelt worden war.

[1] Bei der hohen allgemeinen Bedeutung des vorliegenden Werkes tragen wir kein Bedenken, unseren Lesern eine das übliche Maß weit überschreitende Besprechung desselben zu bieten, welche dessen Gedankengang in seinen Grundzügen wiedergibt und so einen leicht übersehbaren Einblick in den wesentlichen Inhalt und Zusammenhang des vielgliederigen Ganzen gewährt. Mit Hilfe dieses von kompetenter Hand entworfenen Leitfadens dürfte es auch dem philosophisch Ungeschulten leicht werden, sich durch das Werk selber hindurchzuarbeiten und Anteil zu nehmen an dem großen geistigen Gewinn und dem mächtigen Impuls, den es jedem für höhere Interessen Empfänglichen zu geben vermag. Die Redaktion.

Unter den hervorragenden Kämpfern für die neue Richtung nimmt WILHELM WUNDT, der Mitbegründer der Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Philosophie und Herausgeber der philosophischen Studien, eine bedeutende Stelle ein und zwar besonders, weil er einerseits als Spezialforscher erfolgreiche Leistungen aufzuweisen hat und anderseits als Systematiker das hier und da zerstreute, fast überreiche Material mit großem Geschicke zu verarbeiten wußte.

Davon zeugt vor allem das umfangreiche Werk über „**Logik**", dem die folgenden Blätter gewidmet sind, ein Werk, welches durch die früher veröffentlichten „Grundzüge der physiologischen Psychologie" in ähnlicher Weise vorbereitet, ja erst ermöglicht wurde, wie diese selbst durch ältere Arbeiten physiologischen Charakters.

Die Aufgabe der Philosophie, welche sich wiederum als Wissenschaft der Wissenschaften einführen will, besteht darin, ein Weltbild darzustellen, in welchem der Einzelne seine Stellung zu suchen und zu finden im stande ist.

Um dieser Aufgabe genügen zu können, hat man von der einzigen, unmittelbar gegebenen, festen Position auszugehen, nämlich vom Bewußtsein des Einzelnen[1].

Von hier aus hat man die Grundlage der Philosophie, die **Erkenntnistheorie** zu entwickeln, deren Ziel es ist, eine bestimmte Klasse von Objekten des Bewußtseins, soweit es erforderlich scheint, zu verselbständigen und sie zu einem Systeme von Dingen auszubilden, mit denen die Einzel-Forschung zu arbeiten im stande ist.

Um nun von dieser Grundlage aus zur Einheit alles Wissens zu gelangen, hat man zunächst die **Ergebnisse der wissenschaftlichen Spezial-Forschung** nach den erkenntnistheoretisch gewonnenen Gesetzen **kritisch zu bearbeiten** . . . . . so entsteht der zweite Teil der Philosophie.

Den Abschluß des ganzen bildet die **Metaphysik**, welche die kritische Bearbeitung der Einzel-Forschung in mehrfacher Weise zu ergänzen hat, um zu einer Einheit alles Wissens zu gelangen.

Man könnte die Dreiteilung dieses Programms allenfalls auch in eine Zweiteilung verwandeln, indem man den mittleren Abschnitt in formaler und materialer Hinsicht zerlegt und den einen Teil dem ersten, den anderen Teil dem zweiten Gebiete der Philosophie zuordnet.

Ungefähr in diesem Sinne zerlegt WUNDT die Philosophie: die vorliegende **Logik** behandelt die erste Hälfte dieser Wissenschaft, während die andere einer **Metaphysik** vorbehalten bleibt.

WUNDT präzisiert die allgemeine Aufgabe seiner Logik ungefähr so: es handelt sich darum, diejenigen Gesetze des Denkens festzustellen, welche bei der Erforschung der Wahrheit wirksam sind, d. h. zu zeigen, wie sich der Verlauf unserer Gedanken vollziehen soll, damit er zu richtigen Erkenntnissen führe.

Die Logik wird hier als eine normative Wissenschaft eingeführt, welche also — um der Charakterisierung wegen eine ältere Terminologie zu benutzen — in der theoretischen Philosophie eine ähnliche Rolle spielt wie die Ethik in der praktischen Philosophie: die Logik ist die systematische Behandlung derjenigen Denkbewegungen, welche zur Erkenntnis führen, die Ethik ist die geordnete Darstellung derjenigen Willensakte und ihrer Folgen, welche auf Sittlichkeit hinzielen.

Aus der gegebenen Definition der Logik ergibt sich die spezielle Doppel-Aufgabe:

I. Aus dem großen Gebiete psychischer Vorgänge ist derjenige Teil auszuscheiden und sachgemäß darzustellen, welcher für die Entwickelung des Wissens einen gesetzgebenden Charakter hat, wobei natürlich der Begründung einer solchen Ausscheidung eingehende Sorgfalt gewidmet werden muß.

II. Es ist zu untersuchen, unter welchen Umständen die Anwendung der logischen Normen im einzelnen und in ihren möglichen Verkettungen thatsächlich zur Erkenntnis führt.

Den ersten Teil der Aufgabe löst die Erkenntnislehre, welche von

[1] Zu dem folgenden bitte ich ein für allemal meine Schrift „Die Philosophie als deskriptive Wissenschaft" 1882 und meinen Aufsatz „Den Manen Darwins" 1882 zu vergleichen.

der psychologischen Entwickelung des Denkens ausgehend in diesem die logischen Normen aufsucht und beschreibt und von da zu den Grundbegriffen und Grundgesetzen der Erkenntnis fortschreitet.

Den zweiten Teil der Aufgabe löst die Methodenlehre, welche gemäß den gewonnenen Resultaten den Charakter der wissenschaftlichen Untersuchung und die Form der systematischen Darstellung zunächst im allgemeinen angibt und dann im besondern auf dem Gebiete der Mathematik und auf den Gebieten der Natur- und Geistes-Wissenschaften verfolgt.

Wundt bezeichnet die hiermit abgegrenzte Disziplin als „wissenschaftliche Logik" und zwar, um sie streng zu scheiden einerseits von der formalen Logik, welche zu wenig leistet, und anderseits von der spekulativen Logik, welche zu viel unternimmt.

Die wissenschaftliche Logik ist ein Teil der Philosophie, welche nach Wundt die den einzelnen Wissenschaften gemeinsamen Probleme zu lösen hat, während die formale Logik die Vorstufe zur Philosophie und die spekulative (oder metaphysische) Logik die Philosophie selbst sein will.

Logik und Metaphysik bilden nach Wundt die beiden Hälften der theoretischen Philosophie [1] und zwar hat erstere das werdende, letztere das gewordene Wissen darzustellen, d. h. erstere hat die Wege, welche zum Wissen führen, und die Hilfsmittel, über die das menschliche Denken verfügt, zu gewinnen, letztere hat eine widerspruchslose Weltanschauung auszubilden, welche alles einzelne Wissen in durchgängige Verbindung bringt.

Wundt betont ausdrücklich, daß Logik und Metaphysik in enger Beziehung zu den Einzel-Wissenschaften stehen, und charakterisiert des weiteren in höchst bezeichnender Weise ungefähr so: Bei der Metaphysik ist diese Beziehung eine einseitige, denn sie hat von der empirischen Forschung zu lernen, während die letztere bei der Sammlung der Thatsachen und der Ausbildung vorläufiger Hypothesen auf metaphysische Forderungen keine Rücksicht zu nehmen braucht. Bei der Logik dagegen ist die Beziehung ganz und gar eine wechselseitige, denn sie abstrahiert ihre allgemeinen Resultate aus den im einzelnen thatsächlich geübten Verfahrungsweisen des Denkens und der Forschung und überliefert diese Resultate wiederum den Einzel-Wissenschaften als bindende Normen, denen sie zugleich feste Bestimmungen über die Sicherheit und die Grenzen des Erkennens hinzufügt, ohne deren Beachtung die Spezial-Forschung leicht den gesicherten Boden ihrer Arbeiten verläßt, um sich entweder in grundlose Zweifel oder in eine unreife Metaphysik zu verirren.

Infolge der nahen Beziehungen, welche demgemäß zwischen der Philosophie und den Einzel-Wissenschaften obwalten, wird natürlich die Aufgabe des Philosophen eine äußerst schwierige, da die Vielseitigkeit der wissenschaftlichen Studien, welche hier erst zu abschließenden Arbeiten befähigen, eine Vielseitigkeit der Begabung oder, wenn man lieber will, eine Vielseitigkeit gleichmäßig ausgebildeter Interessen voraussetzt, welche man im allgemeinen nur selten finden wird.

Die vorliegende Arbeit Wundt's zeigt, daß der Autor seiner schwierigen Aufgabe auch im Hinblick auf die Beherrschung des Materials im vollsten Maße gewachsen war, ein Umstand, von welchem sich die Vertreter von Spezial-Wissenschaften in bezug auf ihre Gebiete in gleichem Maße überzeugen werden, wie wir selbst dies in bezug auf einzelne derselben zu thun im stande waren.

Ehe wir uns nun dem Einzelnen zuwenden, mag auf eine formale Eigentümlichkeit der Wundt'schen Arbeit aufmerksam gemacht werden, welche dieselbe von philosophischen Werken älteren Stiles unterscheidet: man wird überall statt einer vermeintlich scharfen Definition eines Begriffes die Entwickelung desselben finden, welche ihn bei seinem Entstehen aus bekannten oder nachgewiesenen psychischen Vorgängen verfolgt und dieses Entstehen selbst in seinem Prozesse und in seinem Resultate beschreibt. So tritt bei Wundt, wie auch bei Schuppe und anderen, welche eine tiefergehende Analyse vornehmen, in vielen Fällen an

[1] Den Unterschied zwischen theoretischer und praktischer Philosophie können wir nicht mehr anerkennen; die Ethik z. B. findet zunächst ihren Platz unter den Geistes-Wissenschaften, während anderseits ihre letzten Fragen unmittelbar in die Metaphysik einmünden.

die Stelle der Definition der Hinweis auf das Thatsächliche, wie es in der Natur der Sache liegt . . . . . man kann auch niemand begreiflich machen, was grün ist, wenn er es nicht selbst empfindet.

Gerade bei einer tiefergehenden Analyse scheinen die Begriffe dem Definierenden oft, gewissermaßen unter den Händen, zu verschwinden, während die Oberflächlichkeit sich bei dieser oder jener Abgrenzung beruhigt, ohne zu sehen, daß sie geeigneten Falles nichts daran hat. Es hängt dieser eigentümliche Umstand damit zusammen, daß auch alle Abgrenzungen des Einzelnen keine absoluten sind und daß schließlich das eine doch in das andere überfließt, so daß nichts anderes übrig bleibt, als auf das Relativ-Konstante und auf dessen Übergänge hinzuweisen.

Die Einzel-Wissenschaften stehen zum Teil schon auf dem Standpunkte, ihre Aufgabe darin zu sehen, „die Thatsachen ihres Gebietes in ihrem Zusammenhange auf die einfachste Weise zu beschreiben“ . . . . . auch die Philosophie scheint, zum mindesten im Gegensatz zu ihrer spekulativen Behandlung, als deskriptive Wissenschaft bezeichnet werden zu dürfen, insofern sie nichts anderes thun kann als den Fluß des Geschehens in geeigneter Weise darstellen bez. nachzeichnen.

Solche deskriptive Bearbeitungen werden sich dadurch charakterisieren, daß in ihnen die Definitionen und die darauf gegründeten Entwickelungen, soweit sie im Dienste der Spekulation stehen, mehr und mehr zurücktreten gegen den Hinweis auf das Thatsächliche . . . . . in diesem Sinne [1] scheint uns auch die WUNDT'sche Arbeit einen deskriptiven Charakter zu tragen.

Band I. Erkenntnislehre.

Was nun den ersten Theil des vorliegenden Werkes betrifft, so zerfällt derselbe in 6 Abschnitte, von denen der erste die Denkverbindungen im großen Gebiete der psychologischen Vorgänge aufsucht und charakterisiert, während die drei nächsten Abschnitte der weiteren Behandlung von Begriff, Urteil und Schluß gewidmet sind. Der fünfte und sechste Abschnitt handeln bezüglich von den Grundbegriffen und von den Gesetzen der Erkenntnis.

Des näheren unterliegt die Gliederung des Stoffes in großen Zügen der folgenden Disposition:

I. Von der Entwickelung des Denkens.
   1. Die associativen Verbindungen der Vorstellungen.
   2. Die apperceptiven Verbindungen der Vorstellungen.
   3. Die Entwickelung der logischen Normen.

II. Von den Begriffen.
   1. Die allgemeinen Eigenschaften der Begriffe.
   2. Die Arten der Begriffe.
   3. Die Verhältnisse der Begriffe.
   4. Die Beziehungsformen der Begriffe.

III. Von den Urteilen.
   1. Das Wesen und die Eigenschaften der Urteile.
   2. Die Formen der Urteile.
   3. Die Transformation der Urteile.
   4. Der Algorithmus der Urteilsfunktionen.

IV. Von den Schlußfolgerungen.
   1. Das Wesen und die logische Bedeutung des Schlusses.
   2. Die Schlußformen.
   3. Der Algorithmus des Schließens.

---

[1] Das Wort „deskriptiv“ soll hier im Gegensatze zu „spekulativ“ gebraucht werden, wobei allerdings der Begriff der Beschreibung eine Erweiterung erfährt, durch welche derselbe auch das in sich faßt, was man bei vorsichtiger Begrenzung des Begriffes „Erklärung“ genannt hat und nennen darf. Vgl. Wundt's Logik I. 552. Anm. Es handelt sich übrigens in letzter Instanz nicht um eine Beschreibung des Einzelnen, sondern um eine Beschreibung der Thatsachen in ihrem Zusammenhange, und deshalb glaube ich den Ausdruck „deskriptiv“ beibehalten zu dürfen, obwohl ich brieflich z. B. von Wundt, Zeller u. a. darauf aufmerksam gemacht wurde, daß ich ja im Grunde auch „Erklärungen“ wolle.

V. Von den Grundbegriffen der Erkenntnis.
1. Der Begriff des Wissens.
2. Die allgemeinen Erfahrungsbegriffe.
3. Die Anschauungsformen.
4. Der Begriff der Substanz.

VI. Von den Gesetzen der Erkenntnis.
1. Die logisch-mathematischen Axiome.
2. Das Kausal-Gesetz.
3. Das Zweck-Prinzip.

Im Anschluß an diese Disposition gehen wir nun zu einer näheren Betrachtung der einzelnen Abschnitte über, wobei wir uns allerdings im wesentlichen an die Untersuchungen halten werden, die im engeren Sinne als erkenntnistheoretische zu bezeichnen sind.

I. Neben dem Gehen und Kommen der Vorstellungen nehmen wir an uns nicht selten eine innere Thätigkeit, die Aufmerksamkeit, wahr, welche bald diese bald jene Vorstellung zu erfassen scheint, um sie für unser Bewußtsein in möglichst hohem Maße zu verdeutlichen: man wird infolgedessen dazu geführt, das einfache Bewußt-Werden einer Vorstellung (Perception) von ihrem Erfaßt-Werden durch die Aufmerksamkeit (Apperception) zu unterscheiden[1].

Die Aufmerksamkeit erscheint uns bald als willkürlich, bald als unwillkürlich und man pflegt infolgedessen von einer aktiven und einer passiven Apperception zu sprechen. Damit wird allerdings nur ein Grad-Unterschied der inneren Thätigkeit in ihrem Verhältnisse zur äußeren Erregung bezeichnet, zumal eine schärfere Analyse nachweist, daß überhaupt keine bewußten Vorstellungen ohne eine mehr oder weniger starke Beteiligung unserer Aufmerksamkeit zu stande kommen und daß nur bei überwiegender innerer Thätigkeit der Fall der aktiven Apperception (willkürliche Aufmerksamkeit) gegeben ist.

Trotzdem reicht die angegebene Unterscheidung aus, um die Komplexe, zu denen sich die Vorstellungen in unserem Bewußtsein verbinden, in associative und apperceptive Gruppen zu zerlegen, je nachdem die äußere (Objekt) oder die innere (Subjekt) Thätigkeit bei diesen Bildungen überwiegt.

Beide Reihen von Verbindungen bieten uns teils simultane, teils successive Vorstellungs-Komplexe dar, da die bildenden Elemente teils in demselben Augenblicke, teils nacheinander in das Bewußtsein treten.

Nach diesen Gesichtspunkten liefert uns die aktive Apperception, welche durch die Associationen vorbereitet wird, einerseits die drei simultanen Denk-Verbindungen, welche als Agglutination, Verschmelzung und Begriffsbildung zu unterscheiden sind, und anderseits die beiden successiven Denk-Verbindungen, welche als einfacher und als zusammengesetzter Gedankenverlauf bezeichnet werden können.

Wir müssen es uns versagen, auf die Schilderung aller dieser Vorstellungs-Verbindungen des näheren einzugehen, und bemerken nur, daß Wundt bei ihrer Charakterisierung die Untersuchungen der modernen Sprachwissenschaft mit vielem Geschicke benutzt, um die psychologische Analyse zu unterstützen.

Von besonderer Bedeutung ist jedenfalls der Abschnitt über die Entstehung der Begriffe, weil hier zunächst eine umsichtige und vorurteilsfreie Schilderung der psychologischen Entwickelung dieser Denk-Verbindungen gegeben wird, während andere Forscher zuerst mit Reflexionen über die logische Bedeutung derselben beginnen, ohne dabei den Einfluß einer veralteten Seelenlehre verleugnen zu können.

Wundt hat hier die überaus klare Kritik der Allgemein-Vorstellungen, welche sich bei Berkeley findet, in mannigfacher Beziehung vertieft und gelangt zunächst (S. 41) zu dem Resultat: Der Begriff wird stets vertreten durch irgend eine einzelne Vorstellung.

Zur Erläuterung dieses Satzes diene folgendes Citat, dessen Wahrheit durch eine genauere Beobachtung vollauf bestätigt wird: Wenn wir uns den Begriff eines Dreiecks vergegenwärtigen wollen, so verfährt unser Bewußtsein nicht anders als der Geometer, wenn er die allgemeinen Eigenschaften des Dreiecks zu demonstrieren beabsichtigt . . . . . wir stellen uns irgend ein individuelles Dreieck vor, verbinden aber damit den Gedanken, daß wir nur auf die Existenz der drei Seiten und der

[1] Wundt, Physiol. Psychol. II, 205.

drei Winkel Rücksicht nehmen, von allen anderen Eigenschaften aber absehen wollen.

Die Allgemein-Vorstellung existiert überhaupt nicht; es ist eben, wie schon BERKELEY bemerkt, eine ungereimte Zumutung an unser Bewußtsein, die Vorstellung eines Dreiecks zu bilden, welches weder schiefwinkelig noch rechtwinkelig, weder gleichseitig noch gleichschenkelig noch ungleichseitig, sondern dieses alles und zugleich nichts von alle dem ist.

Zur Repräsentation eines Begriffes, dessen volle Bedeutung natürlich noch zu entwickeln ist, ist jedes Element einer Gruppe verschiedener Einzel-Vorstellungen in gleichem Maße tauglich und daraus muß man schließen, daß in keiner derselben die ganze Natur des Begriffes enthalten ist, daß diese vielmehr in der Verbindung aller Elemente, welche jene Gruppe bilden, wurzelt.

Eine Einzel-Vorstellung tritt uns als ein unveränderliches Element unseres Bewußtseins entgegen, solange sie einen einzelnen Gegenstand bezeichnet: wird die Einzel-Vorstellung Stellvertreterin eines Begriffes, so tritt statt ihrer bald dieses bald jenes Element der ganzen Vorstellungs-Gruppe ein, auf welcher der Begriff so zu sagen ruht, ohne daß doch dadurch im Verlaufe unserer Gedanken eine wesentliche Änderung einträte.

Dabei ist aber zu bemerken, daß nicht alle Teile einer Einzelvorstellung, welche Repräsentation eines Begriffes ist, in gleichem Maße durch die Aufmerksamkeit gehoben werden, sondern daß bestimmte Teile derselben den andern als herrschende Elemente gegenübertreten.

Solche herrschende Elemente haben z. B. bei der Bildung der Sprache, welche gleichzeitig mit der ersten Entwickelung des Denkens vor sich gegangen sein muß, ihre Darstellung in Worten gefunden und es scheint so, als ob die hierbei nötige Auswahl unter den Elementen oft durch recht zufällige[1] Eindrücke bestimmt worden wäre: so bezeichnet die Sprache den Menschen als den Sterblichen oder als den Denkenden, die Erde als die Gepflügte etc.

Im Hinblick auf diese Erörterungen definiert WUNDT den Begriff nach seiner psychologischen Entwickelung als die durch aktive Apperception vollzogene Verschmelzung einer herrschenden Einzel-Vorstellung mit einer Reihe zusammengehöriger Vorstellungen. Hierbei ist noch zu bemerken, daß wir uns in unserer Zeit bei entwickeltem Bewußtsein in einer anderen Lage befinden als die Völker auf der Stufe ihrer Kindheit, wo die Entwickelung des Denkens und die Entwickelung der Sprache nebeneinander fortschritten: die Sprache bezeichnet z. B. den Menschen als den Sterblichen und man muß annehmen, daß die herrschende Vorstellung, welche hier zum Worte geführt hat, regelmäßig mit diesem zugleich aufgetaucht ist, solange das Bewußtsein des sprachlichen Bildungs-Prozesses noch vorhanden war.

Uns stellen sich als Kindern unserer Zeit die Begriffe in einer Form dar, welche durch zwei bedeutsame sich gegenseitig bedingende Veränderungen der geschilderten Denk-Verbindung entsteht: die repräsentative Vorstellung, welche mit den herrschenden Elementen ursprünglich verbunden war, verdunkelt nach und nach, während die herrschenden Elemente selbst durch ihre äußeren Zeichen d. h. durch den Sprachlaut ersetzt werden.

„Erst nachdem die Begriffsentwickelung hier angelangt ist, hat sich das Denken vollständig von den Schranken befreit, welche die sinnliche Natur der Vorstellungen ihm ursprünglich auferlegte. Wort und Schriftzeichen sind sinnliche Vorstellungen und sie entsprechen daher durchaus der psychologischen Forderung, daß jeder Denk-Akt in der Form bestimmter Einzel-Vorstellungen unserem Bewußtsein gegeben sein müsse. Aber ihre Bedeutung liegt nicht in dem unmittelbaren Inhalte dieser Vorstellungen, sondern in den Beziehungen, in welche sie durch das Denken gesetzt werden. Wie ein algebraisches Zeichen fügt sich das Wort jeder Anwendung, die man ihm geben mag. Durch die Klarheit und Bestimmtheit, die ihm zukommt, ist aber erst jene Konstanz der Bedeutung möglich, zu welcher sich die ursprüngliche repräsentative Vorstellung wegen ihrer schwankenden Beschaffen-

[1] So bezeichnet dagegen z. B. der Mathematiker dieselbe Gruppe von Raum-Gebilden bald als Drei-Ecke, bald als Drei-Seite und verbindet mit jeder Bezeichnung noch deutlich die Vorstellung von der Auswahl eines herrschenden Elementes.

heit niemals erheben kann. Erst in der sprachlichen Form, die er gefunden, wird daher der Begriff zum logischen Gebrauche geeignet." (Logik I, 48 u. 49.)

In analoger Weise wird auch die Entstehung des Urteils und des Schlusses durch successive Vorstellungs-Verbindung geschildert, wobei den vielfachen Beziehungen, welche zwischen dem Gedanken-Verlauf und der Begriffs-Bildung herrschen, vollauf Rechnung getragen wird und zwar stets im Hinblick auf die Ergebnisse der modernen Sprachwissenschaft.

Der Schluß des ersten Abschnittes ist den allgemeinen Merkmalen des logischen Denkens, welche WUNDT als Spontaneität, Evidenz und Allgemeingültigkeit bezeichnet, und dem Unterschiede psychologischer und logischer Gesetze gewidmet. Wir nehmen die Bildung der apperceptiven Verbindungen d. h. das Denken wahr als eine innere Thätigkeit unseres Ichs, d. h. als eine innere Willens-Handlung: in diesem Sinne darf man, einen alten Ausdruck neu definierend, von der Spontaneität des Denkens sprechen. Während nun die psychologischen Gesetze aussagen, wie sich die Elemente unseres Bewußtseins unter diesen oder jenen Bedingungen thatsächlich bilden und verbinden, zeigen die logischen Normen an, wie gedacht werden soll, um zu Erkenntnissen zu gelangen. Die apperceptiven Vorstellungs-Verbindungen besitzen im Gegensatz zu allen anderen Komplexen aus Bewußtseins-Elementen des öftern den Charakter der Evidenz und der Allgemeingültigkeit, d. h. sie treten uns gegenüber mit dem Anspruche auf Gewißheit, zunächst für uns und dann auch im Hinblick auf die Bewußtseins-Sphären anderer.

Die Evidenz der Ergebnisse unseres Denkens, d. h. ihre Gewißheit für unser Bewußtsein kann eine unmittelbare oder eine mittelbare sein und zwar weist die letztere stets auf die erstere zurück und hat insofern mit dieser ihre Quelle in der unmittelbaren Anschauung: wenn das Denken dort Elemente verbindet, die ihm in der Anschauung selbst gegeben sind, so behandelt es hier die so entstandenen Verbindungen als Elemente, die nach den anschaulichen Zusammenhängen, welche sich zwischen ihnen darbieten, in Beziehung gesetzt werden. (I. 77.)

Allgemeingültig ist, was für jeden Evidenz besitzt: wir legen dem, was für uns selbst als gewiß gilt, zugleich bindende Kraft bei für jeden anderen Denkenden, sobald wir nur voraussetzen dürfen, daß er sich unter den nämlichen Bedingungen für den Vollzug einer bestimmten Erkenntnis befinde.

Im Gegensatz dazu kann man auch noch von einer objektiven Allgemeingültigkeit sprechen, indem man davon ausgeht, daß alle Gestaltungen unseres Bewußtseins als durch logisches Denken hervorgebracht erscheinen können, so daß sie in dessen Gesetzmäßigkeit ihre eigenen Gesetze finden.

In der That zieht sich durch die ganze Geschichte der Philosophie die Neigung, Empfinden, Wahrnehmen und alle associativen Verbindungen der Vorstellungen auf ein logisches Urteilen, Schließen und Vergleichen zurückzuführen, so daß sich hier die Tendenz bekundet, das logische Denken als die allgemeingültige Form des inneren Geschehens anzusehen.

Des öfteren ist man auch weitergegangen, indem man die Natur-Ordnung als Ausdruck einer Gedanken-Thätigkeit ansah, welche stillschweigend unserem eigenen logischen Denken analog angenommen wurde.

Diesen Fragen gegenüber ist zu bemerken, daß alle Annahmen, welche darauf ausgehen, das logische Denken außerhalb des Gebietes, wo es Gegenstand unmittelbarer innerer Erfahrung ist, als thatsächlich vorhanden vorauszusetzen, an und für sich die Erfahrung überschreiten und daß solche Annahmen von den Punkten an als unzulässig angesehen werden müssen, wo sie entweder die objektive Auffassung des Thatsächlichen trüben oder zu Begriffs-Hypothesen hinführen, die außerhalb des begrifflichen Denkens keine thatsächliche Grundlage haben.

Trotz alledem muß zugegeben werden, daß jene übergreifende Tendenz des logischen Denkens in engem Zusammenhange steht mit dem anerkannten Postulate der Begreiflichkeit der Erfahrung, insofern dieses im logischen Denken vermöge dessen Evidenz unmittelbar erfüllt ist.

Dieser erste Abschnitt des WUNDT'schen Werkes würde unserer Ansicht nach weit besser zur Geltung kommen, wenn er mit einer kurzen Darstellung des Unterschiedes zwischen Perception und Apperception und der dar-

auf begründeten Einteilung in Associationen und in apperceptive Verbindungen begänne [1].

In analoger Weise würde es uns auch zweckmäßig scheinen, wenn die allgemeinen Normen des logischen Denkens zunächst bei der Schilderung der psychologischen und der logischen Gesetzmäßigkeit aufgezeigt und erst dann im einzelnen besprochen würden [2].

Wir haben in diesem Referate versucht, einer Disposition zu folgen, wie sie durch die eben gemachten Bemerkungen bestimmt wird, und fügen nur noch bei, daß uns im Hinblick auf die weitere Einteilung des Werkes im zweiten Kapitel eine stärkere Hervorhebung der Urteile und Schlüsse im Gegensatz zu den Begriffen angezeigt erscheint.

II., III. und IV. Diese drei Abschnitte behandeln die logischen Formen, auf welche die Analyse geführt hat, d. h. sie sind den Begriffen, den Urteilen und den Schlüssen gewidmet und enthalten somit, um WUNDT's eigenen Ausdruck (Vorwort) zu benutzen, die „eigentliche Logik".

Aus dem reichen Inhalte möchten wir auch hier wieder diejenigen Abschnitte besonders hervorheben, in denen die weitere Ausgestaltung der Begriffe und deren Einteilung behandelt wird. Namentlich ist das zweite Kapitel von II. für die Untersuchungen der späteren Abschnitte des Werkes wohl zu beachten, da hier die Arten der Begriffe, d. h. die logischen Kategorien mit Rücksicht auf ihre gegenseitigen Übergänge entwickelt werden und da diese Kategorien bald darauf als die allgemeinsten Grundbegriffe der Erfahrung von weitgreifender Bedeutung werden.

Der erste Versuch einer logischen Einteilung der Begriffe liegt uns bekanntlich in den Aristotelischen Kategorien vor, und dieser Versuch hat im Gegensatz zu allem, was später geleistet worden ist, den Vorzug, daß er in der That die logische Verschiedenheit gewisser Begriffs-Klassen hervorhebt. ARISTOTELES lehnt sich dabei an die Unterscheidung der sprachlichen Formen des Denkens an, d. h. er gibt Formen der Aussage (Kategorien oder Prädicamente) und zwar in der wohlberechtigten Voraussetzung, daß eine Korrespondenz zwischen Denken und Sprechen stattfindet.

Nun wird zwar jeder bedeutsame logische Unterschied irgendwie in der Grammatik seinen Ausdruck finden, während umgekehrt nicht jeder grammatische Unterschied auch von logischem Werte zu sein braucht, und infolgedessen wird man eine Zusammenstellung grammatikalischer Kategorien erst dann für die Logik verwenden können, wenn man sie auf ihre logische Bedeutsamkeit geprüft hat.

Mit diesen Erwägungen geht WUNDT an die Betrachtung der Aristotelischen Kategorien und scheidet dieselben in vier Gruppen: Begriffe von Gegenständen, Eigenschaften, Zuständen und Beziehungen [3].

Eine weitere Überlegung zeigt, daß diese 4 Begriffe nicht gleichartig sind, daß man vielmehr die drei ersten als Begriffs-Formen oder Kategorien der letzten als der Verbindungs- oder Beziehungs-Form von Begriffen gegenüberzustellen hat. In der That unterscheidet das sprechende Denken überall Gegenstände, Eigenschaften und Zustände als die drei allgemeinsten Kategorien und zeigt, daß diese Begriffe außerdem in mannigfache Beziehungen zu einander gebracht werden können.

Die Behandlung der Logik im engeren Sinne, welche hier in II., III. und IV. gegeben wird, bietet uns eine Fülle von anregenden Untersuchungen, welche vielleicht hier und da noch dieser oder jener Modifikation bedürfen, jedenfalls aber überall die wohl abgegrenzte Basis des Thatsächlichen in aller Strenge festhalten und doch von einer Tragweite sind, welche man beim Studium von Werken über „formale Logik" kaum ahnen dürfte.

Es verdient noch erwähnt zu werden, daß WUNDT in zwei besondern Kapiteln, welche allenfalls ohne wesentliche Störung des ganzen Zusammenhangs übergangen werden können, eine Darstellung des sogenannten logischen Kalküls gibt,

---

[1] D. h. es müßte Kapitel 1 Nr. 3 in erweiterter Form an die Spitze gestellt werden.

[2] D. h. es müßte im Kapitel 3 der zweite Teil vor den ersten treten.

[3] Lotze und Sigwart unterscheiden gleichfalls: Dinge, Eigenschaften, Thätigkeiten und Relationen.

d. h. die Lehre von den Urteilen und Schlüssen mit Hilfe einer den mathematischen Formeln nachgebildeten Symbolik behandelt.

Die Aufnahme dieser Kapitel, für deren Verständnis nicht einmal die vollständige Kenntnis der 4 Spezies erfordert wird, ist nach WUNDT's eigenen Worten (I., Vorwort) nicht erfolgt, weil ihm die mathematische Behandlung der Logik zur Lösung konkreter logischer Aufgaben unerläßlich zu sein scheint, sondern weil sich dieselbe als ein unschätzbares Hilfsmittel für die exakte Untersuchung der logischen Normen selbst darstellt.

Damit scheint uns der Verfasser in der That den Wert des logischen Kalküls sachgemäß gekennzeichnet zu haben: man denke z. B. an die Klarheit der Formel-Sprache in der mathematischen Physik ganz abgesehen von deren praktischer Bedeutung.

V. Mit der Darstellung der Grundbegriffe der Erkenntnis wird der Faden der allgemeinen Entwickelung wieder aufgenommen, welcher bei der weiteren Bearbeitung der logischen Formen verloren schien, ohne es doch wirklich zu sein[1].

V. 1. Um den Begriff des Wissens festzustellen, schildert WUNDT zunächst die erkenntnistheoretischen Richtungen und widmet dabei (S. 369) dem landläufigen Streite über „allgemeine Standpunkte" folgende Worte: „Der Apriorist bekenne, daß er schließlich auf Erfahrung und nur auf Erfahrung sich stützt, und der Empirist muß zugestehen, daß jede Erfahrung zunächst eine innere, also ein Ereignis unseres Denkens ist. So läuft der Gegensatz schließlich darauf hinaus, daß der erstere mehr den willkürlich von uns hervorgebrachten Vorstellungs-Verbindungen, der letztere denjenigen, die mit einem ohne unseren Willen stattfindenden Zwange sich aufdrängen, den höheren Wert beimißt. Aber weder vermag sich jener dem Zwange der Wahrnehmung zu entziehen, noch dieser der Willkür des Denkens."

Da die Differenzen der erkenntnistheoretischen Richtungen fast ganz verschwinden, sobald es sich um wohlabgegrenzte Probleme der wissenschaftlichen Philosophie handelt, so kann die eigensinnige Betonung derselben nicht lediglich durch philosophische Interessen hervorgerufen werden. In der That sind es bestimmt gefärbte ethische und in weiterem Sinne auch religiöse Erwägungen, welche hier ein unbefangenes Urteil verhindern, indem sie die Grenzlinien zwischen Glauben und Wissen bald in dem einen, bald in dem anderen Sinne verschieben, und es ist deshalb vor allem nötig, diese Grenzlinien festzustellen, ehe wir mit den Aprioristen und Empiristen über die Quelle unseres Denk-Inhalts rechten. Glauben und Wissen sind verschiedene Formen des Fürwahrhaltens, und zwar kommt nur der letzteren jene unbedingte Gewißheit zu, welche eben (ohne eine weitere Definition zu gestatten oder einer solchen zu bedürfen) das charakteristische Merkmal der Erkenntnis ist. Gewißheit kann nur dasjenige besitzen, was uns entweder unmittelbar als Thatsache gegeben oder was aus gegebenen Thatsachen in genügender Weise erschlossen ist. So ist die Empfindung blau, die ich beim Anblick des Himmels in mir finde, unmittelbar gewiß; sie ist mir gegeben als eine nicht zu bestreitende Thatsache meines Bewußtseins. Der Satz dagegen, daß sich die Erde um die Sonne bewegt, ist mittelbar gewiß, denn erst durch eine Reihe von Schlüssen läßt sich zeigen, daß eine Bewegung der Erde notwendig angenommen werden muß, um die astronomischen Beobachtungen zu erklären. (I. 378.)

Unmittelbar gewiß sind uns, wie schon die alte Skepsis wußte, nur die elementaren Thatsachen unseres Bewußtseins, welche aber deshalb auch lediglich für uns, d. h. nur subjektiv gewiß sind. Alle objektive Gewißheit ist mittelbarer Natur, d. h. sie ist stets ein Resultat der Bearbeitung unmittelbar gegebener Thatsachen des Bewußtseins durch das Denken.

Die erste Station auf dem Wege von der subjektiven zur objektiven Gewißheit ist die Wahrnehmung, welche stets mit dem Anspruch auftritt, im Gegensatz zu täuschenden Vorstellungen ein Wahres zu sein.

Anerkannt oder verworfen wird dieser Anspruch einerseits durch die Übereinstimmung der Wahrnehmungen untereinander und anderseits, wenigstens auf

[1] Wundt stellt es dem Leser anheim, von I. direkt zu V. und VI. überzugehen und erst später II., III. und IV. nachzuholen, wobei aber unserer Ansicht nach durch das vorläufige Überschlagen von II. entschieden eine Lücke geschaffen würde.

dem Gebiete der äußeren Erfahrung, durch den Zwang der Objekte und durch die gegenseitige Übereinstimmung der Wahrnehmenden . . . . . in diesen Merkmalen erschöpft sich die gemeine Gewißheit, welche im praktischen Leben erforderlich ist. Alle Täuschungen, welche mit der Wahrnehmung selbst verbunden sind, bleiben hier zunächst noch bestehen, so daß ein weiterer Schritt notwendig ist, wenn man zur wissenschaftlichen Gewißheit gelangen will.

Dieser Schritt wird illustriert durch den Satz: „Als objektiv gewiß gilt alles Wahrgenommene, was nicht in dem wahrnehmenden Subjekte seine Quelle hat."

Bei dieser negativen Bestimmung hat man mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen, sobald es sich nicht nur um formale Abgrenzungen, sondern um wirkliche Bearbeitungen des Gegebenen handelt, denn die Wahrnehmung ist ja nicht etwa aus subjektiven und objektiven Bestandteilen zusammengesetzt, die nur voneinander unterschieden werden müssen, sondern alle Elemente der Wahrnehmung sind zunächst, als Zustände unseres Bewußtseins, subjektiv, und es handelt sich nun darum, zu entscheiden, welche von ihnen bloß subjektiv sind und welche anderen zugleich eine objektive Bedeutung besitzen, d. h. nicht aus dem Bewußtsein des Wahrnehmenden in zureichender Weise abgeleitet werden können, sondern als ein ihm gegebenes angesehen werden müssen. (I. 381.)

Dieser Schwierigkeit gegenüber scheint es besser, sich an die Einzel-Wissenschaften zu wenden, welche Erfolge aufzuweisen haben, als bei den Theoretikern der Erkenntnis Rat zu suchen, unter denen doch bisher keine Übereinstimmung der Urteile zu finden gewesen ist.

Dabei gelangen wir zu dem Satz: Gewißheit ist, was sich in aller Wahrnehmung als gegeben bewährt, d. h. alle Thatsachen, die auf dem Wege fortschreitender Berichtigung der Wahrnehmungen bisher nicht mehr beseitigt worden sind. (I. 383 u. 385.)

Diese Kriterien der Gewißheit sind bis zu einem gewissen Grade relativ und verlieren diesen Charakter nur, wenn man nachweisen kann, daß eine fortschreitende Berichtigung nicht bloß bisher unmöglich war, sondern auch fernerhin unmöglich sein wird.

„Die Widersprüche der Wahrnehmung würden an sich die Motive zu ihrer fortwährenden Ausgleichung und Berichtigung noch nicht enthalten. Dazu ist weiter erforderlich, daß wir aller Wahrnehmung mit dem logischen Postulat einer durchgängigen Übereinstimmung des uns durch die Wahrnehmung gegebenen Denkinhalts gegenübertreten. Dieses Postulat kann nur aus dem Denken selber stammen, und es findet in der That in der durchgängigen Übereinstimmung der logischen Denkgesetze miteinander eine sofortige Erklärung." (I. 386.)

Die Denkgesetze kommen uns überhaupt nur zum Bewußtsein an Objekten der Anschauung, die miteinander durch unser Denken in Beziehung gesetzt werden, und darum finden wir jene ursprüngliche Übereinstimmung im Denkinhalte am besten ausgeprägt in den Beziehungen der Objekte jener bleibenden Formen aller Anschauung, welche wir Zeit und Raum nennen. Im Hinblick auf diese Verhältnisse darf man sagen: Als gewiß gilt, was in eine der durchgängigen Übereinstimmung der reinen Anschauung gleichende widerspruchslose Verbindung gebracht ist. (I. 387.) Oft wird bei Untersuchungen statt der Gewißheit nur eine mehr oder minder große Wahrscheinlichkeit erreicht werden und darum ist es notwendig, den sogenannten Grad der Wahrscheinlichkeit sorgfältig abzuwägen. (I. 403 und 404.)

Nachdem die Begriffe „Gewißheit und Wahrscheinlichkeit" in ausführlicher Weise klar gestellt worden sind, kann der Gegenstand einer Wissenschaft im Verhältnisse zu ihrem Inhalte festgestellt werden.

Da der Zweck des Wissens die Erkenntnis der Thatsachen d. h. der Nachweis ihrer Gewißheit oder Wahrscheinlichkeit ist, so bilden das thatsächlich Gegebene und das thatsächlich zu Erwartende den eigentlichen und einzigen Gegenstand der Wissenschaft.

Hierzu kommen noch Hypothesen, d. h. Voraussetzungen, welche um der Thatsachen willen gemacht werden, aber selbst der thatsächlichen Nachweisung sich entziehen.

Diese Hypothesen, welche im Verein mit den Thatsachen den Inhalt des

Wissens bilden, lassen sich selbst unter fortgesetzter Berichtigung nie ganz auf Thatsächliches zurückführen, weil sie stets die Grenzen der Erkenntnis streifen.

Das Gebiet der Erfahrung ist unter der berichtigenden Kontrolle des Denkens in einer fortwährenden Veränderung begriffen, wobei gleichsam der Hintergrund der Dinge und ihre Beziehungen immer heller und heller beleuchtet erscheinen, ohne sich doch je ganz zu klären, d. h. es bleibt auf jeder Stufe der Erkenntnis ein Rest übrig, welcher der weiteren Bearbeitung bedarf.

Hier tritt das Wort „Substanz" ein, um das Wurzelgeflecht der Erfahrung begrifflich zu bezeichnen, für welches nur die objektive Realität als solche und die Gültigkeit der Anschauungs- und Denkgesetze in Anspruch genommen wird, während alle andern Elemente desselben der verändernden Berichtigung durch das Denken unterworfen werden. Dieser metaphysische Grundbegriff „die Substanz", auf den alle Voraussetzungen über das Wesen der Erscheinungen schließlich hinausführen, bildet das allgemeinste Problem, welches die Hypothesen der Erfahrungswissenschaften der Erkenntnistheorie überliefern. (I. 409.)

Der Weg zur Substanz, zu diesem Grenzbegriffe der Erfahrung, führt uns durch die Gebiete der allgemeinen Erfahrungsbegriffe und durch die Gebiete der reinen Anschauungsformen.

V. 2. Den drei allgemeinsten Kategorien, die wir in unserem Denken vorfinden, entsprechen die drei allgemeinsten Erfahrungsbegriffe Gegenstände, Eigenschaften und Zustände, d. h. keine Erfahrung ist ohne die Stütze dieser Begriffe denkbar.

Die Gegenstände, welche als Besitzer von Eigenschaften und als Träger von Zuständen in erster Linie unsere Aufmerksamkeit anziehen, sind teils Dinge im Raume, teils geistige Dinge. Beide Arten lassen sich zunächst nur charakterisieren als bestimmte Komplexe von Eigenschaften und Zuständen, welche sich mit einer gewissen Konstanz zusammenfinden. Darüber, wie sich diese Eigenschaften und Zustände verbinden müssen und wann ihre Konstanz eine zureichende ist, um ein Ding zu bilden, lassen sich allgemeingültige Regeln nicht aufstellen, so daß also in jedem einzelnen Falle ein Machtspruch des Denkens erforderlich zu sein scheint.

Solchen Schwierigkeiten gegenüber hat nun seit uralter Zeit die philosophische Spekulation die Annahme ersonnen, hinter dem Fluß der Erscheinungen sei ein beharrendes Sein verborgen, dessen Erkenntnis freilich niemals aus der Wahrnehmung geschöpft werden könne. So gelangte man immer und immer wieder zu dem Begriffe der „Substanz".

Von einem solchen unveränderlich Beharrenden weiß die gemeine Erfahrung jedenfalls nichts, sie bezeichnet vielmehr als ein Ding, was im fortwährenden Wechsel der Erscheinungen zusammenhängt: das Eis schmilzt zu Wasser, das fließende Wasser verändert Ort und Gestalt und, indem es andere Körper löst, seine Farbe, das Wasser verdampft, und der Dampf verdichtet sich wieder zu Wassertropfen und Schneekrystallen. (I. 410—412.)

Ein Ding im Raume charakterisiert sich uns nicht durch eine irgendwie geartete Unveränderlichkeit, sondern durch die räumliche Selbständigkeit in seinen Eigenschaften und durch die zeitliche Stetigkeit in seinen Zuständen und zwar gilt hier als Muster unser eigener Körper, nach dessen Analogie wir fremde Dinge interpretieren.

Ein geistiges Ding charakterisiert sich uns durch jene innere Einheit, welche wir in unserem Selbstbewußtsein gegeben haben, so daß dieses wiederum als ein Muster für das Gefüge aller andern geistigen Dinge aufzufassen ist.

In jedem Augenblicke erscheint uns ein Ding als Komplex bestimmter Eigenschaften, d. h. es hat einen bestimmten Zustand, der von Moment zu Moment veränderlich sein kann.

Der Begriff der Eigenschaft wird durch eine weitere Analyse zerlegt in Qualität und Quantität, das Quantum zerfällt wiederum in ein intensives und ein extensives Quantum und letzteres umfaßt endlich Raumgröße und Zeitdauer.

Diese Analyse des Begriffes der Eigenschaft wird erst durch die Veränderlichkeit der Eigenschaften der Dinge ermöglicht und so tritt die zeitliche Dauer, ohne welche eine Veränderung nicht gedacht werden kann, den drei andern Elementen

der Eigenschaft, dem Quale, dem intensiven Quantum und dem extensiven räumlichen Quantum, in gewissem Sinne gegenüber, da sie es ist, durch welche die einzelnen Zustände eines Dinges von diesem selbst unterschieden werden.

Stellen wir uns einen Gegenstand ohne Rücksicht auf sein zeitliches Dasein vor, so hat er nur Eigenschaften, d. h. der Zustand ist nichts neues, was zu den Eigenschaften hinzutreten könnte, sondern er ist das Verhalten der Eigenschaften selbst mit Rücksicht auf die zeitliche Existenzform des Gegenstandes. (I. 423.)

Obwohl die Hauptformen der Zustands-Änderung infolgedessen nach den Bestimmungen zu unterscheiden sind, in welche sich der Begriff der Eigenschaft zerlegt hat, so treten doch die inneren Zustände eines Dinges den äußeren als ein geschlossenes Ganzes gegenüber, d. h. wir werden veranlaßt, die extensive Quantität von dem Quale und von dem intensiven Quantum zu sondern und somit das Räumliche für sich zu betrachten.

Die räumliche Anordnung der Dinge[1], welche von Moment zu Moment wechseln kann, weist zugleich mit der hiermit gegebenen zeitlichen Folge der einzelnen Zustände auf einen Zusammenhang der Dinge hin, für dessen Untersuchung wir einer genaueren Betrachtung der Anschauungsformen, d. h. zunächst der Zeit und des Raumes bedürfen.

V. 3. Die gemeine Weltansicht legt der Zeit eine objektive und eine subjektive Bedeutung bei, d. h. sie glaubt an einen zeitlichen Verlauf der Ereignisse im Raume und der Vorstellungen im Bewußtsein, wobei der letztere allerdings nur als Nachbildung des ersten aufgefaßt wird.

Im Gegensatz dazu hat die Philosophie schon frühe unter Anerkennung des bezeichneten Unterschiedes betont, daß die objektive Aufeinanderfolge der Ereignisse für uns niemals ohne die subjektive Zeitanschauung entstehen würde. Die Zeit ist eine Anschauungsform, welche alle unsere Vorstellungen begleitet, und besteht wesentlich in einer bestimmten Ordnung derselben. So entsteht einerseits die Frage, welche Bedingungen unsere Vorstellungen als solche mit sich führen, damit eine zeitliche Ordnung (in uns) entstehen könne, und anderseits erhebt sich die Frage, welche Eigenschaften wir an den Gegenständen unseres Vorstellens als diejenigen voraussetzen müssen, welche der zeitlichen Form der Wahrnehmungen (objektiv) entsprechen. (I. 432.)

Die erste Frage wird durch die psychologische Analyse dahin beantwortet, daß die Wahrnehmung der zeitlichen Aufeinanderfolge durch die simultane Association verschiedener Vorstellungen bedingt wird, während man sich zugleich bewußt ist, daß jene Vorstellungen ursprünglich nicht simultan auftreten. Die zweite Frage wird zunächst dadurch erläutert, daß eine Umgebung, in der sich nichts Bleibendes fände, in der niemals ein Objekt in unveränderter Form zur Wahrnehmung gelangte, der Zeitvorstellung jede objektive Grundlage rauben würde, während allerdings Analoges auch bei vollständiger Unveränderlichkeit einträte. So ist es die regelmäßige Wiederkehr bestimmter Erscheinungen oder kurz die Konstanz des Veränderlichen, welche uns antreibt, die Zeit zu objektivieren, wie ja auch alle objektiven Zeitmaße auf die Konstanz der Himmelserscheinungen gegründet sind.

So unerläßlich das subjektive Zeitmaß auch für die Entstehung einer objektiven Zeitmessung gewesen ist, im einzelnen erweist es sich stets als ein rohes und trügerisches Hilfsmittel, im Gegensatz zu jener in der Gesetzmäßigkeit der Naturerscheinungen begründeten Zeitmessung.

Daß der Raum irgend eine Ordnung der Dinge außer uns sei, erscheint der gewöhnlichen Weltansicht als eine unumstößliche Thatsache der unmittelbaren Wahrnehmung, im Gegensatz zu welcher die Lehre von der subjektiven Bedeutung der räumlichen Vorstellungen langsam herangereift ist.

Wundt behandelt zunächst den „mathematischen Raumbegriff“, um festzustellen, was sich in bezug auf den Raum außerhalb des Streites der philosophischen Schulen behaupten läßt, und geht von da zu einer Untersuchung des Ursprungs der Raumanschauung über zu einer Untersuchung, welche zunächst in das Gebiet der Psychologie gehört.

Wundt gelangt so einerseits zu dem Resultate, daß der Raum als eine stetige in sich kongruente, unendliche Größe einzuführen ist, in welcher das unzerlegbare

[1] Jedes Ding kann als ein System von Teil-Dingen aufgefaßt werden.

Einzelne (Punkt) durch drei Richtungen[1] bestimmt wird, während sich anderseits ergibt, daß die Raumanschauung ganz und gar aus den Bedingungen unserer geistigen und physischen Organisation und zwar in stetiger Entwickelung hervorgeht.

Die WUNDT'sche Theorie der komplexen Lokalzeichen, welche mit LOTZE's Ansichten wenig Verwandtschaft hat, führt dazu, daß der Raum, ebenso wie die Zeit, in der Form, in welcher wir ihn anschauen, auch nur in unserer Anschauung besteht, und es erhebt sich darum um so dringlicher die Frage, ob nicht gleichwohl ein objektiv Wirkliches als Grundlage der Raumanschauung vorauszusetzen und wie dasselbe zu denken sei. (I. 460 u. 461.)

Diese Frage sucht der Verfasser dadurch zu beantworten, daß er den objektiven Raum zunächst als ein Unbekanntes betrachtet, auf welches man zurückschließen kann, wenn es uns gelingt, die subjektiven Prozesse zu eliminieren, welche zur Raumanschauung geführt haben: diese Elimination führt uns zu einer regelmäßigen Ordnung eines Mannigfaltigen, das aus einzelnen selbständig gegebenen realen Objekten besteht.

Schließlich wendet sich WUNDT einerseits zur Untersuchung der Bewegung, welche in bezug auf die Vorstellungen in der Zeit und in bezug auf die Objekte im Raume erklärt wird, und anderseits zur Behandlung der Zahlen, gemäß ihrem Ursprunge und ihrer Beschaffenheit[2].

V. 4. Hiermit sind die Vorbereitungen beendet, welche für die Behandlung des Begriffes **„Substanz“** notwendig waren.

Die wechselnden Erscheinungen, welche uns zunächst doch nur als Thatsachen unseres Bewußtseins gegeben sind und infolgedessen nur allzu leicht der rechten Selbständigkeit zu entbehren scheinen, bedürfen eines der sinnlichen Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglichen Trägers, um dem Ich gegenüber selbständig zu werden: so argumentiert man, und vielleicht mit Recht. Alle jene Bestimmungen, welche bei dem Dinge von relativer Bedeutung erschienen, machen bei der Substanz Anspruch darauf, absolut zu sein, und so ergeben sich für diese absolute Einfachheit, absolute Thätigkeit und absolute Beständigkeit als Merkmale, welche im Laufe der historischen Entwickelung der Philosophie mit immer größerer Deutlichkeit hervorgetreten sind[3].

WUNDT gibt zunächst eine kurze Kritik des Begriffes der Substanz, welche im folgenden gipfelt: das appercipierende Ich findet sich als ein einfaches, thätiges und beharrendes; indem diese Bestimmungen in den Substanzbegriff hinüberwandern, entstehen die oben bezeichneten drei Richtungen des letzteren. Jede dieser Richtungen erhebt aber eine Eigenschaft, die wir an der Apperception als eine bloß relative vorfinden, zu einer absoluten, und so kommen nun in die Substanz jene Bestimmungen, welche nicht nur die Erfahrung überschreiten, sondern zu denen auch in der rechtmäßigen Entwickelung des Begriffs nicht der geringste Grund gegeben ist.

Obwohl die Kritik des spekulativen Substanzbegriffes stets auf den philosophischen Dingbegriff zurückweist[3], so bleibt doch noch zu fragen, inwiefern in den Einzel-Wissenschaften die Nötigung vorhanden war, „Substanzen“ vorauszusetzen, und inwiefern die Philosophie von hier aus einen Begriff der Substanz einzuführen im stande ist.

Was zunächst die Naturwissenschaften anlangt, so sind dieselben in ihren verschiedenen Zweigen allerdings stets zu einem materiellen Substrate gelangt, welches unserer Wahrnehmung völlig entrückt gedacht wird und infolge seiner konstanten Eigenschaften alle Erscheinungen hervorbringt, die den Zusammenhang der äußeren Erfahrung ausmachen. Diese Substanz der Physiker, welche zur Darstellung des Zusammenhangs der Erscheinungen notwendig gewesen ist, hat aber stets einen hypothetischen Charakter, da oft gleichzeitig die verschiedensten Ansichten über die Materie in ihren Folgerungen dieselben Dienste leisten.

Die Geisteswissenschaften zeigen gleichfalls Substanz-Bildungen mannigfacher

---

[1] Bei WUNDT bedeutet „Richtung“ eine Bestimmung, welche nicht bloß für den Raum, sondern auch für andere Fundamentalformen der Erkenntnis maßgebend ist.

[2] Dabei ist zu bemerken, daß die graphische Darstellung der komplexen Zahlen durchaus nicht die orthogonale Konstruktion der Achsen erfordert.

[3] Vgl. hierzu meine oben citierten Schriften und meine „Grundzüge der Elementar-Mechanik“. 1883.

Art, aber mit geringerem Rechte, weil die Naturwissenschaften der Substanz bedürfen, um ihre Erscheinungen dem Bewußtsein gegenüber zu verselbständigen, während das denkende Subjekt sich selbst unmittelbar gegeben ist, so daß hier die Frage nach einem etwaigen Substrate desselben gar nicht entstehen kann. (I. 487.)

Wenn man diese Ergebnisse vom philosophischen Standpunkte aus überblickt, so gelangt man zu dem Schlusse, daß wir für unser eigenes Ich unmittelbar durchaus keiner Substanz als eines Trägers bedürfen, daß wir aber für die Objekte unseres Denkens, soweit dieselben psychophysische Vorgänge sind, unserem Ich gegenüber einer solchen Verselbständigung bedürfen.

Da diese Objekte zum Teil selbst Träger eines geistigen Lebens sind und sich in dieser Hinsicht verhalten, wie sich unser eigener Körper zu unserem Ich verhält, so kann die Aufgabe nur in einer Ergänzung des materiellen Substanzbegriffs bestehen, welche denselben tauglich macht, zugleich als Grundlage psychischer Vorgänge zu dienen. (I. 489.)

Wenn so der Begriff „Substanz" zur Herstellung eines Zusammenhangs der Erfahrungen nötig zu sein scheint, so bleibt er doch durchaus geschieden von jenem Begriffe des „Wesens der Dinge", den Kant als den Begriff des „Dinges an sich" eingeführt hat.

Die Geschichte der Philosophie zeigt eine unaufhörliche Vermengung dieser beiden Begriffe, welche wohl erklärlich ist, da man nur allzu leicht die Substanz, d. h. den hinter den Erscheinungen befindlichen Träger auffaßt als das Ding, wie es ist, unabhängig von den verändernden Bedingungen unserer sinnlichen Wahrnehmung. (I. 494.)

Im Gegensatz zu Kant sagt Wundt (I. 502): Verstehen wir unter dem „Ding an sich" den Gegenstand unmittelbarer Realität, so ist uns als solches gegeben das Subjekt in seiner völlig unteilbaren Thätigkeit des Denkens und Wollens. Von hier aus erhält die Frage, ob das so bestimmte Wesen des Subjektes nicht zugleich in analoger Form den Objekten zuzuschreiben ist, eine neue Beleuchtung.

VI. Die Bedürfnisse der Spezial Wissenschaften fordern eine Verselbständigung des „Reiches der Dinge", dem vermöge seines Ursprunges im Bewußtsein des Einzelnen naturgemäß eine gewisse Abhängigkeit von diesem zukommt. Diesem wohl berechtigten Bedürfnisse wird zunächst durch den Begriff der Substanz entsprochen, vorausgesetzt daß man denselben in geeigneter Weise begrenzt, und zwar werden so gewissermaßen die festen Pole in der Flucht der Erscheinungen bestimmt.

Es bleibt noch übrig, die Gesetze aufzusuchen, welchen das Ganze des Geschehens bei allen seinen Veränderungen unterliegt.

VI. 1. Diese Gesetze stellen sich zunächst als Gesetze der Erkenntnis dar, und zwar sind hier vor allem die **logischen Axiome** zu untersuchen, d. h. die Regeln, denen die Verbindungen der Begriffe bei ihrer Bildung unterliegen.

An der Spitze derselben steht der Satz der Identität, welcher lediglich die Stetigkeit unseres logischen Denkens bezeichnet, insofern der Übergang von einem zum andern hier nur dadurch vermittelt erscheint, daß in zwei verschiedenen Begriffen A und B ein Gemeinsames festgehalten wird, um dieselben in Beziehung zu setzen: so ist der Satz der Identität der Grundsatz der positiven Urteile.

Wenn eine derartige Beziehung zwischen A und B nicht gegeben ist, so können diese Begriffe nicht für einander eintreten. Dieser Thatsache gibt der Satz des Widerspruches Ausdruck, auf welchem die negativen Urteile beruhen, indem derselbe anzeigt, daß stetige Übergänge von einem Begriffe zu einem andern unmöglich sind, sobald in denselben kein Gemeinsames festgehalten werden kann.

Dem Umstande, daß in dem Vorangegangenen (Position und Negation) alle möglichen Fälle erschöpft sind, d. h. daß hier eine Zweiteilung vorliegt, gibt der Satz des ausgeschlossenen Dritten Ausdruck, welcher die Grundlage der disjunktiven Urteile ist.

Als letztes Axiom ist der Satz des Grundes anzuführen. Das Begriffs-Paar „Grund und Folge" ist so oft mit dem Begriffs-Paare „Ursache und Wirkung" verwechselt worden, daß es zunächst notwendig scheint, dem Unterschiede beider einige Worte zu widmen. Wundt sagt (I. 512): Nur wo wir aus gegebenen Vordersätzen eine Folgerung ableiten, hat der Begriff des Grundes und der Folge seine eigentliche Bedeutung; mit der empirischen Verknüpfung irgend welcher Thatsachen

hat derselbe zunächst gar nichts zu thun. Nur unser Denken läßt aus dem Grund die Folge hervorgehen; ob dieselbe zugleich irgendwie in der Erfahrung gegeben ist, bleibt ein gleichgültiger Nebenumstand.

Nachdem der Satz vom Grund in diesem Sinne scharf gefaßt worden ist, hat man dem häufig gemachten Vorwurfe zu begegnen, daß derselbe nichts anderes sei als eine fortgesetzte Anwendung des Satzes der Identität. Dieser Vorwurf wird entkräftet durch den Hinweis auf die allgemeine Umkehrbarkeit identischer Sätze, da ja der Hingang vom Grunde zur Folge nur unter gewissen Umständen durch den Rückgang von der Folge zum Grunde ersetzt werden kann.

Der Satz vom Grunde ist das Grundgesetz der Abhängigkeit unserer Denkakte voneinander, welche Abhängigkeit[1] überall die Beziehungen der Gleichheit, der Verschiedenheit und der Gliederung der Begriffe voraussetzt. Die Übertragung der logischen Axiome auf die reinen Anschauungen der Zeit und des Raumes führt zu den mathematischen Axiomen der Anschauung, welche sich in Axiome der allgemeinen Größenlehre, in arithmetische, geometrische und phoronomische Axiome scheiden.

Die besondere Bedeutung dieser Gesetze liegt darin, daß Zeit und Raum einerseits ihrem Begriffe nach unabhängig von jeder speziellen Erfahrung bestimmt werden können, anderseits als konstante Bestandteile in jede einzelne Erfahrung eingehen. (I. 517.)

VI. 2. Im Anschluß an die Betrachtung dieser Gesetze, welche die Ordnung unserer Erkenntnis regeln, kann man nun nach den Gesetzen fragen, denen das Geschehen im Reiche der Dinge unterliegt, und es mag schon hier bemerkt werden, daß sich der allgemeine Begriff der Welt-Ordnung in kausaler und in teleologischer Form darstellen läßt.

Diese doppelseitige Gesetzmäßigkeit im Reiche der Dinge zeigt sich dem einzelnen Bewußtsein in der weitgehenden Verwendbarkeit des Satzes vom Grunde an, wobei bald der Übergang vom Grunde zur Folge (Zielstrebigkeit) und bald der Übergang von der Folge zum Grunde (Ursächlichkeit) bevorzugt werden kann.

Diese Gesetzmäßigkeit wurde durch das Begriffs-Paar „Ursache und Wirkung“ oder wohl auch durch Bezweckendes und Bezwecktes dargestellt, wobei zu bemerken ist, daß sich hier ursprünglich zwei Begriffe verschiedener Kategorien begegnen, nämlich ein Gegenstand und eine Handlung, die von dem Gegenstande ausgeht.

Nach dieser Ansicht gelten die Dinge der sinnlichen Wahrnehmung oder auch die Substanzen als Ursachen des Geschehens, dieses aber besteht in der mindestens zum Teil bezweckten Thätigkeit der Dinge.

Wenn wir uns nun zunächst nur an die kausale Form der Gesetzmäßigkeit halten, so läßt sich der mythologischen Vorstellung, welche in den Dingen handelnde Wesen sieht, entgegenhalten, daß sie nirgends im stande ist, die Gegenstände aufzuzeigen, als deren Wirkungen die Veränderungen betrachtet werden, sodann daß alles, was die sinnliche Erscheinungswelt darbietet, in ein unablässiges Geschehen sich auflöst.

Es bleibt dann zunächst noch der Ausweg übrig, von den Dingen zu den Substanzen zurückzugehen und diese als die Ursachen einzuführen, deren Thätigkeit in der Erscheinungswelt kausal geregelt zu Tage tritt. Die historische Entwickelung, welche von Wundt in großen Zügen treffend geschildert wird, hat diesen Ausweg in der That eingeschlagen, indem sie die bleibenden Bedingungen, die in den Gegenständen für ihr wechselseitiges Wirken angenommen werden müssen, einem eigenen Begriffe, dem Kraft-Begriffe zuwies, welcher als Vervollständigung des Begriffes der Substanz auftritt, während dem Kausal-Gesetze nur die erfahrungsmäßige Verbindung der Erscheinungen unterstellt bleibt.

Demgemäß wird sich die Untersuchung einerseits der empirischen Erscheinungsform der Kausalität und deren gesetzgebendem Charakter (Notwendigkeit) zuzuwenden haben, während anderseits die Beziehung des Kausalbegriffes zum Substanzbegriffe und der daraus resultierende Kraftbegriff erörtert werden müssen.

Ursachen und Wirkungen sind im Gebiete der Erscheinungen als Er-

---

[1] Der Mathematiker könnte in diesem Satze das allgemeinste Schema aller Funktionen sehen.

eignisse aufzufassen und zwar will WUNDT die Ursache von den allgemeineren Bedingungen des Geschehens als dasjenige Ereignis unterscheiden, welches in unabänderlicher Weise mit der Wirkung verknüpft ist. Dabei ist allen scheinbar vorhandenen Widersprüchen gegenüber daran festzuhalten, daß wir uns keine kausale Beziehung vorstellen können außer in der Form einer Aufeinanderfolge.

Der gesetzgebende Charakter der kausalen Verbindung hat seinen Ursprung in der inneren Notwendigkeit des Satzes vom Grunde, weil das Kausalgesetz in letzter Hinsicht nichts anderes ist als die Anwendung des Satzes vom Grunde auf den Inhalt der Erfahrungen, insofern alle Erscheinungen schließlich aus einer Anzahl ursprünglicher Erfahrungs-Axiome abgeleitet werden, deren keines mit dem andern in Widerspruch stehen darf.

Sobald man das Bedürfnis nach Substanzen anerkennt, hat man damit schon die Aufgabe übernommen, die Voraussetzungen über dieselben so zu gestalten, daß sie dem kausalen Zusammenhang der Erscheinungen genügen.

Die moderne Wissenschaft hat die Substanz im allgemeinen zur Trägerin von Kräften gemacht, während es uns angemessener[1] scheint, zunächst auf die unmittelbar in der Bewegung gegebene Arbeits-Leistung hinzuweisen und jede Bewegung als energie-begabt einzuführen. Geeignete Voraussetzungen über die Wirksamkeit der elementarsten Vorgänge, welche sich uns im räumlichen Gebiete als energie-begabte Bewegungen darstellen, scheinen uns überall den Begriff der krafttragenden Substanz ersetzen zu können und auch ersetzen zu müssen.

Dem physikalischen Kraft-Begriffe, dessen Axiome die Grundlage der physikalischen Wissenschaften[2] bilden, tritt der psychologische Kraft-Begriff in gewissem Sinne entgegen, insofern in ihm gerade die Spontaneität des Denkens zur Geltung kommen soll, jene Spontaneität, welche man so oft nach Art einer willkürlichen Tyrannei dachte und infolgedessen als eine unversöhnliche Feindin der Gesetzmäßigkeit anzusehen pflegte.

Da es unserm Denken freizustehen scheint, ob es thätig sein will oder nicht, so tritt die logische Kausalität, in deren Gebiete eine Folge aus gegebenen Bedingungen nicht notwendig gezogen werden muß, zunächst in Gegensatz zum objektiven Kausal-Gesetze und aus diesem Gegensatze entspringen verschiedene Antinomien des Kausal-Begriffes, deren Lösung durch das letzte theoretische und praktische Interesse des Menschen verlangt wird.

Hier muß nach derjenigen Antwort gesucht werden, welche die denkende Bearbeitung der Erfahrung in der Form einer Idee zuläßt, die nicht sowohl Gegenstand eines Wissens als eines Glaubens sein kann, der unser Wissen in der Richtung ergänzt, welche die denkende Betrachtung der Erfahrung ihm anweist. (I. 567.)

VI. 3. In den Anfängen der psychologischen Begriffs-Entwickelung entspringen Zweck und Kausalität aus der verschiedenen Betrachtungsweise desselben Vorgangs: wie wir unsere willkürliche Bewegung als die Ursache äußerer Veränderungen unmittelbar kennen lernen, ebenso fassen wir dieselbe auch als einen Vorgang auf, der eine bestimmte äußere Wirkung zum Zwecke hat. Dieser gemeinsame Ursprung des Zweck- und Kausal-Begriffes ist sichtlich zugleich die Quelle der fortwährenden Vermengungen, die beide erfahren haben, zumal alles Geschehen ursprünglich nach Analogie des zweckmäßigen menschlichen Handelns beurteilt wurde.

Im Gegensatz zur Kausalität des alten Materialismus bildete ARISTOTELES zum ersten Male die Teleologie frei von den mythologisierenden Formen der älteren Spekulation in aller Einseitigkeit aus. Später suchten andere Philosophen Zweck und Kausalität als koordinierte Grundsätze zu behandeln, doch mißlangen derartige Versuche, wie z. B. selbst der von KANT unternommene, zunächst in größerem oder in geringerem Maße, mochten sie dabei den Zweck als das innere Wesen der Kausalität hinstellen oder nicht. Eine genauere Betrachtung der Einzel-Wissen-

---

[1] Vergleiche meine „Grundzüge der Elementar-Mechanik". 1883.

[2] Wundt hat neuerdings einen Aufsatz von Poske (Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Philosophie 1884) über den empirischen Ursprung und die Allgemeingültigkeit des Beharrungsgesetzes mit einer Nachschrift begleitet, der wir voll und ganz beistimmen können. Poske hat auch die Formulierung des Trägheits-Gesetzes in meinen Grundzügen der Elementar-Mechanik an falscher Stelle gesucht, es steht am Ende von S. 41 und wird auf S. 42 nur erläutert.

schaften zeigt nun, daß es kein Gebiet von Erscheinungen gibt, auf welches nicht neben dem Kausal-Gesetze das Zweckprinzip anwendbar wäre, indem wir bald fragen, was durch bestimmte Bedingungen gegeben wird, bald aber untersuchen, wie wir einen bestimmten Erfolg erzielen.

In beiden Fällen halten wir uns an das Verhältnis von Bedingendem und Bedingtem, indem wir dasselbe bald kausal und bald teleologisch zu formen suchen.

Auf diese Weise entspringen Kausalität und Zweck aus den zwei einzig möglichen logischen Gesichtspunkten, unter denen wir das allgemeine Erkenntnisgesetz des Grundes auf einen Zusammenhang des Geschehens anwenden können (I. 580): beim Kausalprinzip wird der Grund zur Ursache, die Folge zur Wirkung, beim Zweckprinzip wird die Folge zum Zwecke, der Grund zum Mittel.

So unterliegt es keinem Zweifel, daß man die Gesetzmäßigkeit des Geschehens bald mit dem Flusse der Zeit, bald diesem entgegen aufzufassen im stande ist, indem man die Vorgänge bald als zielstrebige, bald als verursachte der Betrachtung unterwirft.

Wie sich auch immer das Zweckprinzip im Gebiete der Willensakte gestalten und wie eng begrenzt oder wie weit ausgedehnt dieses Gebiet selbst sein mag, die doppelte Interpretation der allgemeinen Gesetzmäßigkeit bleibt bestehen, ohne von der Beantwortung solcher Fragen in ihrer Rechtmäßigkeit berührt zu werden.

Wenn aber die Weltordnung eine unverbrüchliche ist, so ist jede Einwirkung einer Kausalreihe ein notwendiger Erfolg, in bezug auf welchen das Vorausgegangene ebenso fest bestimmt ist, wie jener Erfolg selbst in bezug auf dieses Vorausgegangene bestimmt ist: Ursache und Zweck werden dann zu korrelaten Begriffen in objektivem Sinne, d. h. der folgerichtig gedachte Kausalbegriff fordert so den Zweckbegriff als seine Ergänzung, wie der letztere den ersteren. (I. 584.)

Unserem beschränkten Erkennen ist bei der Untersuchung der einzelnen, unserer Erkenntnis gegebenen Zusammenhänge die gleichwertige Anwendung jener beiden Erkenntnisgrundsätze allerdings versagt; nur ein Geist, welcher den Weltlauf vorauszuschauen vermöchte, würde alles gleichzeitig unter dem Gesichtspunkte des Zweckes und der Kausalität erblicken[1].

Braunschweig, im Dezember 1884. Dr. Alex. Wernicke.

(Schluß folgt.)

Fund-Statistik der vorrömischen Metallzeit im Rheingebiete, von E. von Tröltsch, k. württemb. Major a. D. Stuttgart, Verlag von Ferd. Enke. 1884. 8°.

Wenn die Basis der Vorgeschichte die Fundgegenstände bilden, so muß sich ihre exakte Erforschung auf die genaue Fundstatistik derselben stützen. An Funden aus der Metallzeit ist nun auf deutschem Boden besonders das Rheinland reich, diese Passage aller von Ost nach West ziehenden Völker, dieses Durchzugsgebiet für den von Süden nach Norden gehenden Handel der Vorzeit. Dieser Reichtum bringt es auch mit sich, daß dies Gebiet wie wenige seit den 30er Jahren von kompetenten Forschern bearbeitet worden ist. Und so war es nach vielen Richtungen hin ein glücklicher Gedanke, die Fundstatistik der vorrömischen Metallzeit für die Rheinlande zusammenzustellen, um von einer solchen soliden Grundlage aus weiter operieren zu können.

[1] I. 585. In diesem Abschnitte scheint uns des öfteren nicht scharf genug hervorzutreten, daß eine Reihe von Erscheinungen zielstrebig sein kann, ohne doch im engeren Sinne bezweckt zu sein.

So dankbar wir nun für diese von Herrn von Tröltsch, dem bekannten Kartographen der deutschen Armee, geleistete Arbeit sein können, so müssen wir doch auf Grund langjähriger Forschung bezweifeln, daß man von dieser vergleichenden Fundstatistik aus korrekte Schlüsse auf ethnologische Verhältnisse machen könne. Vergleichen wir die verschiedenen, von dem praktischen Verfasser für die Bronze-, die Hallstatter-, die la Tène-Periode entworfenen Fundkarten, so werden wir finden, daß zwei Gegenden im Rheingebiete in bezug auf analoge archäologische Erscheinungen eine durchgreifende Reihe von Parallelen aufweisen. Es sind dies 1. die Gegend vom Genfer See nördlich bis Biel und Bern, 2. die Gaue von Speyer und der Neckarmündung an bis Mainz und Bingen. Sollte nun deshalb anzunehmen sein, daß die Bevölkerungen dieser Distrikte, welche ziemlich gleiche kulturelle Entwickelung aufzuweisen haben, auch eine entsprechende gleiche ethnologische Potenz repräsentieren? Wir glauben diesen Schluß verneinen zu müssen. Solange nicht anthropologische, wohl erwogene und geprüfte Thatsachen dazu kommen, kann man aus dieser analogen Entwickelung nur schließen, daß die äußeren Bedingungen für solchen Parallelismus der Funde wesentlich gleich günstig gelagert sein müssen. Und diese äußeren Bedingungen findet man leicht in der Fruchtbarkeit des Bodens in beiden Zonen, in ihrer verhältnismäßig geschützten Lage hier zwischen Jura und Alpen, dort zwischen Hart und Odenwald, in der Leichtigkeit der Verbindung mit den Kulturlandschaften der Mittelmeerländer, hier über Genf zur Rhone und über Octodurus nach Oberitalien, dort durch die burgundische Pforte zur Rhone und von der mittleren Mosel zum Seinebecken. Auch montanistische Gründe mögen an der Erzeugung eines solchen Parallelismus mitgearbeitet haben, hier die kupfer- und eisenerzreichen Gründe am Donnersberg und an der Eis, dort die uralten Eisenschmelzen an den Abhängen des Jura (vgl. Ludwig Beck »Die Geschichte des Eisens« 1. Abt. S. 614 bis 622 und 733).

Muß man sich nun auch vor allzu weitgehenden ethnologischen Schlüssen vorerst hüten, so kann doch unbedenklich zugegeben werden, daß die Betrachtung der potenzierten Fundstätten nach dem sorgfältigen Typenverzeichnis und den statistischen Karten manche Schlüsse ziehen läßt mit bezug auf den Handelsverkehr einzelner Artikel, besonders der sogenannten italischen Fabrikate — ein Eingehen auf die Ansichten Hochstetter's und der österreichischen Forscher hätte nichts geschadet — und mancher la Tène-Objekte. Doch hat man sich auch hierin vor allzu weitgehenden Folgerungen zu hüten, denn selbst Hildebrand's und Tischler's fibologische Chronologie findet neuestens — mit Recht! — ungläubige Archäologen.

Was die Art und Weise betrifft, wie von Tröltsch zum Besitze des Materials kam — denn der richtige Modus seines Erwerbes bildet das Hauptkriterium für den Wert solcher Arbeiten! — so hat der Verfasser mit Unterstützung der deutschen anthropologischen Gesellschaft eine Reihe von Reisen im Rheingebiete und den Nachbarländern gemacht und außerdem durch Aussendung von Fragebogen an die betreffenden Museumsvorstände reichhaltige Notizen eingeliefert erhalten. Freilich darf

man von der S. VI aufgeführten »Litteratur«, welche ein geradezu ärmliches Inventar der bezüglichen archäologischen Leistungen bietet, nicht auf die Ausgiebigkeit seiner erhaltenen Fundnotizen schließen. Glücklicherweise jedoch hat der Verfasser, wie erwähnt, durch Autopsie und Einsendungen sich zum Herren eines recht dankbaren Stoffes zu machen gewußt, und für die Verwendung desselben zu statistischen Nachweisen in kartographischen Bildern kann man dem fleißigen Kompilator nur dankbar sein.

E. von Tröltsch teilt seine Fundobjekte in vier »streng von einander geschiedene« Typenreihen ein:

1. in eine reine Bronzezeit mit ganz geringen Spuren von Eisen (wir meinen, dies ist eine starke contradictio in adjecto),
2. in eine ältere Eisenzeit (Hallstatt),
3. in eine etwas jüngere Eisenzeit (la Tène),
4. in die altitalischen Fabrikate.

Dem Laien müssen wir es gut halten, daß damit Verfasser auf diesem fundamentalen Gebiete nur für Laien geschrieben hat. Die reine Bronzezeit ist nach Lindenschmit's, Hostmann's und L. Beck's Forschungen (vgl. des letzteren bahnbrechendes Werk: »Die Geschichte des Eisens«) doch recht zweifelhafter Natur, und die Einfuhr altitalischer Fabrikate fand, wie bereits der alte Plinius erwähnte und Genthe des nähern bewiesen hat (vgl. über »den etruskischen Tauschhandel nach dem Norden« S. 74—88 der 2. Auflage), mindestens von dem 10. Jahrhundert bis herab zum 2. vor Christus statt, so daß von einer bestimmten vorrömischen Periode hierfür keine Rede sein kann. Übrigens haben Hochstetter und Szombathy die Ansicht von der etruskischen Monopolherstellung von Metallartikeln so stark erschüttert, daß selbst der gemilderte Ausdruck: italische Fabrikate, noch zu weit gehen dürfte für einfache Fibeln und genietete Metallgefäße (vgl. »Mitteilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien« XIII. Bd. S. 225—235; eigentümlicherweise fehlt die Angabe dieser Sammelschrift für den Osten ebenso, wie für den Westen unsere »Studien zur ältesten Geschichte der Rheinlande«; beiden Werken hätte der Verfasser manchen Fingerzeig entnehmen können). Hat ja selbst Ludwig Beck in seiner »Geschichte des Eisens« der alpinen Metalltheorie Zugeständnisse zu machen sich veranlaßt gesehen (vgl. a. a. O. S. 509—510 u. 627—628).

War der Referent genötigt, im Interesse der archäologischen Forschung obige Ausstellungen zu machen, so darf jetzt die Anerkennung nicht fehlen, daß E. von Tröltsch bei seiner Methodik für die rheinische Fundstatistik von ebenso richtigen Grundsätzen ausgegangen ist wie bei seiner Topik. Im ersten Teile des Werkes wird mit seitlich abgezeichneten Fundobjekten, als Schlangenfibel, Plattenring, Armband, Lanzenspitze, Schildbuckel, la Tène-Schwert, Bernsteinperle, bemaltes Thongefäß, eine topographisch geordnete Aufzählung der einschlägigen Fundorte gegeben. Bemerkt ist hierbei die Art des Denkmales, in oder bei welchem der Gegenstand sich fand, und das Museum, in welchem derselbe zur Zeit untergebracht ist. Ganz praktisch! — Es folgt ein Register für die Verteilung der Fundgegenstände nach des Verfassers vier

Hauptperioden und ein Verzeichnis der angezogenen archäologischen Sammlungen sowie der Fundorte nach dem Alphabet. Zur Rekapitulation des ganzen Materiales schließen sich 4 Tafeln an, worauf die Hauptfundobjekte der vier Perioden der vormetallischen Entwickelung verzeichnet stehen. Parallel damit gehen vier Fundkarten, welche einen trefflichen Überblick sowohl über die Lokalität der einzelnen vier Perioden wie über die Ausbreitungszonen einzelner Fundobjekte geben, z. B. der Radnadeln, der Schlangenfibeln, der gekrümmten Kurzschwerter, der Schnabelkannen und Cisten. Je eine weitere Karte gibt eine Übersicht über die Verbreitung der Gußstätten und in Verbindung damit der vorrömischen Verkehrswege sowie der vorrömischen Münzen. Bei der Angabe der vorrömischen Straßenzüge scheint uns des Guten zuviel geschehen zu sein. —

Bietet demnach dies im ganzen sorgfältig zusammengestellte Werk dem Fachmann Anlaß zu mancher begründeten Ausstellung und zu manchem auf schärfere Charakteristik der Perioden bezüglichen Wunsch, so ist auf der andern Seite damit eine Leistung zu verzeichnen, welche nach Grundlage und Behandlung für den weiteren exakten Ausbau der prähistorischen Archäologie von maßgebender Bedeutung werden dürfte. Der kartographischen Statistik und der nach typologischen Grundsätzen geordneten Topographie der gesicherten Funde wird es für die Zukunft obliegen, einen festen Rahmen um die sonst vereinzelten wissenschaftlichen Ausgrabungen zu spannen, deren Verwertung allerdings in erster Linie von den gründlichen Kenntnissen der Prähistoriker mit bezug auf Entwickelung der Kunst und Technik abzuhängen hat.

Dürkheim. Dr. C. Mehlis.

Die Spaltpilze. Nach dem neuesten Standpunkte bearbeitet von Dr. W. Zopf, Privatdoz. in Halle. M. 34 Holzschn. 2. vermehrte und verbess. Aufl. Breslau, E. Trewendt 1884. X, 101 S. gr. 8⁰.

Die vom Verf. für das »Handbuch der Botanik« von Schenk bearbeitete Abhandlung über die Spaltpilze, deren wir schon früher rühmend gedachten (Kosmos 1884, I. S. 157), war in einer 1000 Expl. starken Separatausgabe schon bald vergriffen, so daß nach $^3/_4$ Jahren bereits diese zweite Auflage erscheinen konnte — der schlagendste Beweis für die zweckentsprechende Behandlung des zeitgemäßen Themas und zugleich, wie Verf. wohl mit Recht in der Vorrede bemerkt, auch dafür, daß die leitende Idee der Schrift: Formwandelbarkeit der Spaltpilze und Abhängigkeit derselben von der Verschiedenheit der Existenzbedingungen, also im Gegensatz zu Cohn und Koch, Anklang findet und Boden gewinnt. In bezug hierauf wäre es übrigens dem Leser gewiß sehr lieb gewesen, nicht bloß die dafür sprechenden, sondern auch die von den Gegnern vorgebrachten Beweisthatsachen kennen zu lernen. In der vorliegenden Auflage ist durch praktische Vereinfachung der Litteraturnachweise sowie durch gelegentliche Verwendung kleineren Druckes Raum gewonnen worden, um in einem kurzen Anhang die neuesten Ergebnisse über zahl-

reiche Spaltpilzformen beizufügen. Eine Inhaltsübersicht und ein ausführliches Sach- und Namenregister (welche der Ausgabe im »Handbuch« leider fehlen) zieren das in bekannter, solider Weise ausgestattete Buch, das jedem Gebildeten zur Einführung in die Kenntnis dieser wunderbaren, überall in unser Leben eingreifenden Organismen aufs wärmste empfohlen werden kann. B. V.

Freud und Leid des Menschengeschlechts. Eine sozialpsychologische Untersuchung der ethischen Grundprobleme von Dr. G. H. Schneider. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch). 1883. XVIII, 380 S. 8⁰.

Der Verfasser von »Der tierische Wille« und »Der menschliche Wille« sucht in dem vorliegenden Buche die ethischen Grundprobleme von darwinistischem Standpunkt aus zu erörtern und so die Anfänge einer wirklich wissenschaftlichen Behandlung derselben zu gewinnen. Indem er das bahnbrechende Verdienst Herbert Spencer's, welcher in seinen »Thatsachen der Ethik« (1879) »eine erste brauchbare Grundlage zur Wissenschaft der Freuden und Leiden gelegt hat«, vollauf anerkennt und dem entsprechend auch in den ersten Kapiteln dieses Werkes hauptsächlich die Spencer'schen Ideen in erweiterter Form wiedergibt, will er in den folgenden Abschnitten (über: Die Unterordnung der Freuden und Leiden; die Ursachen der hervorragenden Leiden der gegenwärtigen Kulturvölker; die Verminderung der Leiden und Vermehrung der Freuden; das Schicksal und die Bestimmung; Sterben und Fortleben und die Fortdauer der Freuden und Leiden nach dem »Tode«; das Weltgericht und die Weltgerechtigkeit) die für den Kulturmenschen wichtigsten Konsequenzen aus jenen Grundsätzen ziehen, also gewissermaßen die praktische Seite der Lehre zur Darstellung bringen, deren theoretische oder allgemeine Seite Spencer seiner Absoluten und Relativen Ethik vorbehalten hat. — Die Kritik befindet sich diesem Versuche gegenüber in einer etwas eigentümlichen Lage. Jeder billig Denkende wird die hauptsächlichen Resultate desselben als richtig anerkennen müssen — aber eben als so sehr richtig, daß sie fast als selbstverständlich erscheinen; zugleich ist jedoch ihre Begründung ziemlich schwach und die ganze Behandlung dieser für den Menschen so tiefgreifenden Fragen gar zu einseitig und oberflächlich. Dies gilt ganz besonders für die letzten vier Kapitel, wo auch zahlreiche Wiederholungen von früher schon vorgebrachten Beispielen und Räsonnements vorkommen. Was den Vorwurf der Einseitigkeit betrifft, der sich vornehmlich darauf bezieht, daß Verfasser fast nur das Tierische oder wenigstens das unmittelbar vom tierischen Ableitbare in der menschlichen Natur hervorhebt, so sucht er sich allerdings gleich in der Vorrede dagegen zu verwahren. Um sich über die menschliche Natur nur einigermaßen klar zu werden, meint er, müsse man sich stets des Grundprinzips alles animalischen Lebens sowie der mächtigen Beziehung bewußt bleiben, in welcher der mensch-

liche Organismus mit all seinen Bestrebungen zu den spezifisch tierischen Organismen stehe; auch die sogenannten höheren Ziele des Menschen, die obendrein keineswegs als allgemein normale Ziele betrachtet werden dürften, liefen ihrem Inhalt nach doch auch nur auf Sicherung der Selbstexistenz und der Nachkommenschaft hinaus. Auch das lassen wir mit Vergnügen als richtig gelten und geben selbst gerne zu, daß es namentlich in der ersten Zeit nach dem Auftreten der Entwickelungslehre wohl angebracht war, energisch auf das den Menschen mit der Tierwelt Verbindende hinzuweisen, ihn von dem künstlichen Piedestal, auf das er von der spekulativen Philosophie im Bunde mit dogmatischer Theologie gestellt worden, herunterzunehmen und als Glied in den allgemeinen Lebensprozeß einzureihen; schon längst aber gilt es nun, den Menschen, wie er ist, seine gesamte Natur, also auch die ethische und soziale Seite derselben wirklich zu erklären, durch sorgfältige Vergleichung die große Lücke auszufüllen, welche ihn von seinen nächsten Verwandten trennt und die neuen Faktoren aufzudecken, welche als Folgeerscheinungen der Gesellschafts- und Staatenbildung allmählich immer bedeutungsvoller in den Vordergrund traten und Resultate hervorbrachten, die z. T. den durch einfache Selektion unter der Herrschaft der Selbst- und Arterhaltung bedingten geradezu widersprechen. Diese unumgängliche Anforderung an jede Untersuchung über praktische Ethik ist hier gänzlich außer acht gelassen — mit Absicht freilich, aber immerhin in der Meinung, als ließe sich auch ohne Berücksichtigung derselben ein zutreffendes Bild von den Freuden und Leiden der Menschen und ihrem daraus entspringenden Verhalten entwerfen. Hierfür nur ein Beispiel: das ganze II. Kapitel (59 Seiten) ist einer breitspurigen Erörterung der Frage gewidmet, ob die Summe der Freuden im Leben der Organismen und speziell des Menschen größer sei als die Summe der Leiden — eine Frage, die der Verfasser wesentlich in Form einer Kritik SCHOPENHAUER's und v. HARTMANN's entschieden bejaht; dabei kommt er aber kaum über seinen allgemeinen Standpunkt hinaus, daß eben die Freuden als Korrelativa der arterhaltenden Eigenschaften wenigstens bei in der Aszendenz befindlichen Arten, Völkern, Individuen notwendig die Leiden überwiegen müßten; die Beurteilung des Glückes eines Menschen wird darauf abgestellt, ob man von ihm sagen könne, daß es ihm »gut gehe«; von psychischen Faktoren werden nur die Hoffnung und das Glück des Strebens erwähnt und auch dieses ist bloß im Sinne des Wunsches nach Verbesserung der äußeren Lebensverhältnisse u. dgl. aufgefaßt. Vermißt man schon hier mit Befremden ein Eingehen auf das doch gewiß auch allgemein menschliche Streben nach Befriedigung altruistischer Gefühle, das sich ja schon bei halbzivilisierten Völkern bis zu jener Form vererbter Neigung steigert, welche als »Gewissen« bezeichnet werden kann, so tritt dieser Mangel noch viel mehr in den letzten Kapiteln hervor, deren Inhalt sich nur selten über die platte Alltäglichkeit erhebt. Wir bedauern, wie gesagt, nicht einsehen zu können, daß 380 Seiten nötig waren, um das auszusprechen, was der Verfasser dieses Buches neues zu sagen wußte.

B. V.

Die Hausgenossen des Menschen unter den Gliedertieren. Von Dr. W. Hess, Prof. a. d. kgl. Techn. Hochschule zu Hannover. M. 19 Abbild. Hannover, Ph. Cohen, 1884. 99 S. 8°.

Wer hätte sich nicht schon nach einem passenden kleinen Buche umgesehen, das einem dazu dienen könnte, irgend einen in Stube oder Küche, an Papier oder Mauerwerk gefundenen tierischen Gast nach Gattung und Art zu bestimmen, über Lebens- und Nahrungsweise desselben, Verwandlungsperiode und eventuell auch Mittel zu seiner Vertilgung das Nötige zu erfahren? Zwar haben wir in Leunis' Synopsis schon längst ein übersichtliches, nach Fundorten geordnetes Verzeichnis der hier in betracht kommenden Insekten und für die in Garten, Feld und Wald dem Menschen schädlich und lästig werdenden Formen existiert ja eine besondere Litteratur. Allein nur wenige haben diese Bücher zur Hand, und was insbesondere die »Hausgenossen des Menschen« betrifft, so dürfte es dem Laien recht schwer fallen, nach den systematischen Kennzeichen allein den Namen eines solchen Tierchens zu finden, vollends wenn er dasselbe etwa nur im Larvenzustande vor sich sieht. In allen solchen Fällen wird man nicht vergebens nach dem vorliegenden Werkchen greifen, das vermöge seiner praktischen Einteilung und der anschaulichen, z. T. durch Abbildungen unterstützten Schilderungen aller irgendwie wichtigen Vorkommnisse das Erkennen derselben außerordentlich leicht macht, aber auch noch darüber hinaus anziehende Berichte über Leben und Treiben, Herkunft, Vermehrungsfähigkeit unserer ungebetenen Gäste, auf sie bezügliche historische Daten und Anekdoten und Angaben über die besten Abwehrmittel enthält. Nur eins vermissen wir: den Kapitelüberschriften (Im Wohnzimmer. In Speise- und Vorratskammer. Auf Dach- und Kornböden. Im Keller. Auf Abtritten. Die dem Menschen direkt nützlichen Hausinsekten [Biene und Seidenspinner]) sollte jeweils eine systematische Übersicht der in dem betreffenden Abschnitt zur Sprache kommenden Formen angefügt sein — ein Mangel, den das alphabetische Register natürlich nicht ersetzen kann. Auch ist nicht recht einzusehen, warum, nachdem doch der Floh einer ausführlichen Besprechung gewürdigt worden, die den Menschen heimsuchenden Läuse ganz unerwähnt geblieben sind. B. V.

Ausgegeben den 1. Februar 1885.

Zum Studium der Kindersprache.

Von

Gustav Lindner.

Einer unserer bedeutendsten Dichter verherrlicht in seinem überaus sinnigen Gedichte »Aus der Jugendzeit« die kindliche Sprache und das kindliche Denken mit den schönen Worten:

> O du Kindermund, o du Kindermund,
> Unbewußter Weisheit froh,
> Vogelsprachekund, vogelsprachekund,
> Wie Salomo!

Und unser idealster Philosoph, der deutsches Denken und Empfinden in seiner Person und in seinen Werken am besten verkörpert hat, sagt in seinen unsterblichen »Reden an die deutsche Nation«: »Im Kinde liegt die ganze Fülle der Menschheit unschuldig und offen da.« Diese beiden Aussprüche allein würden genügen, um die Existenzberechtigung einer auf sorgfältiger Beobachtung beruhenden Untersuchung über die kindliche Sprache, wie sie im nachfolgenden gegeben wird, zu erweisen.

Wir sind aber der Meinung, daß es einer solchen Rechtfertigung überhaupt nicht bedarf. Ist doch schon von scharfsichtigen Psychologen, Sprachforschern und Pädagogen die Wichtigkeit genauer Beobachtungen über die erste geistige Entwickelung des Kindes genugsam erkannt und darauf wiederholt und eindringlich hingewiesen worden. Und sind nicht gerade die sprachlichen Äußerungen des Kindes diejenigen, welche den zuverlässigsten Maßstab für die geistige Entwickelung des Kindes abgeben? Denn sicherlich ist, wie die Sprache überhaupt die originellste Schöpfung des Menschengeistes ist, die kindliche Sprache die hervorragendste Leistung des kindlichen Geistes. Mit Recht wünscht daher der verdienstvollste Forscher auf dem Gebiete der psychogenetischen Fragen, Professor Preyer in Jena, daß namentlich über das Sprechenlernen recht vieler Säuglinge statistische Thatsachen gesammelt werden.

Freilich ist nicht zu leugnen, daß für den eigentlichen Forscher der »Psychogenesis« die allerersten sprachlichen Äußerungen des Kindes, die so unscheinbaren Urlaute und Sprachanfänge das höchste Interesse beanspruchen dürfen. Aber diese Urlaute und Sprachanfänge sind ver-

hältnismäßig schwierig zu beobachten und oft noch schwieriger nach ihrem Entstehen zu erklären. Da jedoch auch die Periode der Sprachentwickelung des »redenden« Kindes, d. h. die Zeit, in der das Kind nicht mehr bloß in nur mechanisch verbundenen Worten spricht, sondern seine Gedanken bereits syntaktisch formt, noch viel des wissenschaftlich Interessanten bietet, und da diese außerdem auf ein allgemeineres Interesse zählen darf als jene allererste Stufe sprachlicher Entwickelung, so schien es mir zweckdienlicher, mein Beobachtungsmaterial aus diesem zweiten Stadium der sprachlichen Entwickelung des Kindes an dieser Stelle mitzuteilen [1].

Die im folgenden angeführten Thatsachen sind das Resultat der Beobachtungen an meinem eigenen weiblichen Kinde, das sich sowohl körperlich als auch geistig vollständig normal entwickelt hat. Von demselben ist jede direkte sprachliche Belehrung absichtlich fern gehalten und nur die durch den Dialekt erzeugten logischen und phonetischen Fehler seiner Sprache sind geflissentlich korrigiert worden, so daß das Mitgeteilte als relativ unbeeinflußt gelten kann. Die Aufzeichnungen sind in allen Fällen, wo es möglich war, unmittelbar nach der Rede des Kindes genau wörtlich und mit allen etwaigen Fehlern behaftet in ein Tagebuch eingetragen worden, selbstverständlich ohne jedes Vorwissen des Kindes. Sie entstammen zumeist, soweit nicht ausdrücklich anderes angegeben ist, der Zeit vom dritten bis noch nicht ganz vollendeten sechsten Lebensjahre des Kindes.

Ehe ich aber zur Darstellung meiner Beobachtungen übergehe, muß ich die freundlichen Leser um gütige Nachsicht bitten, wenn es mir nicht immer gelungen sein sollte, die durch die Natur des Stoffes zuweilen bedingte Breite und namentlich die für das Verständnis oft wesentliche Angabe der Veranlassung des Entstehens dieser kleinen »geflügelten« und ungeflügelten Worte auf das wünschenswerte Minimum zu beschränken. Ich hoffe auf diese gütige Nachsicht um so mehr, als ich meines Wissens auf dem betretenen Wege noch ziemlich einsam wandere und die Erfahrungen anderer nicht für mich nutzbar machen konnte. Wenn ich es dennoch gewagt habe, meine Beobachtungen mitzuteilen, so geschah es in der Überzeugung von der Wichtigkeit der psychogenetischen Studien einerseits und von der Notwendigkeit einer möglichst zahlreichen Beteiligung an der Lösung der so interessanten Fragen über die geistige Entwickelung des Kindes anderseits.

I.

Es ist von vornherein einleuchtend, daß in der Regel die ersten vom Kinde erworbenen sprachlichen Begriffe Namen für konkrete Dinge und Thätigkeiten sind und zwar meist für solche, die bei der Befriedig-

---

[1] Wer sich mit der hochinteressanten ersten Entwickelungsstufe der kindlichen Sprache näher bekannt machen will, den verweise ich auf das klassische Werk Preyer's „Die Seele des Kindes“, das bereits in 2. Aufl. erschienen ist, und auf meine eigenen „Beobachtungen und Bemerkungen über die Entwickelung der Sprache des Kindes“ im 12. Jahresbericht des Königl. Schullehrerseminars zu Zschopau, abgedruckt in „Kosmos“ XI. Band, S. 321—42 u. 430—41.

ung der sinnlichen Bedürfnisse irgendwie in Frage kommen, so vor allem für Dinge und Thätigkeiten, die mit der Stillung des Nahrungsbedürfnisses zusammenhängen. Könnte es hiernach scheinen, als ob die Erwerbung der Sprache von seiten des Kindes überhaupt einem sinnlichen Bedürfnisse entspringe, so muß dem entschieden widersprochen werden. Zunächst sind ja die sinnlichen Bedürfnisse vom Kinde in einer Zeit, wo sie noch viel mächtiger und überhaupt die einzigen waren, ohne jede Kenntnis der Sprache so gut befriedigt worden, daß es sich um dieses Zweckes willen für das Kind nicht lohnen würde, eine so ungeheure Geistesarbeit, wie es die Sprachaneignung für jedes Kind unter allen Umständen ist, zu vollbringen; ganz abgesehen davon, daß die höchstorganisierten Säugetiere, bei denen alle physischen Bedingungen zur Sprachaneignung vorhanden sind, zur Befriedigung der nämlichen Bedürfnisse von ihrem phonetischen Apparat keinen andern Gebrauch machen als das »schreiende« Kind. Sodann ist aber auch darauf hinzuweisen, daß sich schon unter den ersten sprachlichen Begriffen des Kindes solche befinden, die mit der Befriedigung sinnlicher Bedürfnisse in sehr ferner, ja vielleicht in gar keiner Beziehung stehen, wie z. B. die von allen Kindern schon ziemlich frühe erworbenen Begriffe »das«, »was«, »etwas«, »ist«, »Ding«, »ja«, »nein«, »wo«, »wie« und ähnliche.

Zum Beweise dessen, wie früh das Kind solche abstrakte Begriffe besitzt, diene die erste von meinem 20 Monate alten Kinde gethane Frage »isn das?« für »Was ist denn das?«, worin nicht weniger als vier abstrakte Begriffe enthalten sind. Es ist kaum glaublich, wie schnell das Kind, wenn es einmal die ersten Anfänge des Sprechenlernens hinter sich hat, solche inhaltsleere, aber eine große Summe von Einzelbegriffen umschließende allgemeine Begriffe anwendet und im Dienste seiner geistigen Bildung gebraucht. Diese allgemeinsten Begriffe nämlich sind gewissermaßen die leeren Speicher und Vorratskammern des Geistes, die nach und nach mit den in sie gehörenden Einzelvorstellungen erfüllt werden. Sie werden am häufigsten angewendet in der Frage des Kindes.

Der Moment des Eintretens der Frage ist daher für das sprechende Kind von der höchsten Bedeutung; denn mit der Frage erwirbt es gleichsam die Wünschelrute, welche ihm gestattet, jederzeit nach Belieben am geistigen Besitze Erwachsener teilzunehmen und sich mit demselben zu bereichern. Das relativ frühe Auftreten der Frage einerseits und der Inhalt derselben anderseits beweisen ebenfalls, daß die Sprache des Kindes entschieden nicht einem sinnlichen, sondern einem geistigen Bedürfnisse entsprungen ist, nämlich einmal dem Bedürfnisse nach Mitteilung seines Seeleninhaltes und sodann dem Triebe zur Vermehrung seines geistigen Besitzes mit Hilfe der Sprache anderer. Mit der Aneignung der Frage macht das Kind einen ähnlichen gewaltigen Fortschritt in seiner geistigen Entwickelung, wie ihn das Gehenlernen auf dem Gebiete der körperlichen Entwickelung bezeichnet. So wie das laufende Kind nicht mehr zu warten braucht, bis die Dinge der Außenwelt zu ihm kommen, so besitzt das fragende ein Mittel, die Personen seiner Umgebung zu nötigen, auf den Verlauf seiner Vorstellungen einzugehen.

Daher ist auch das Auftreten der Frage in der Sprachentwickelung des Kindes ein so bedeutungsvoller Moment, daß er niemals von dem Beobachter übersehen werden sollte. Besonders sollte man genau auf die Zeit und die näheren Umstände ihres Eintretens achten. Denn ebensogut, wie man an der Art der Fragestellung den Scharfsinn und die Gelehrsamkeit eines Forschers oft deutlicher erkennen kann als an der Beantwortung gewisser Fragen, ebensogut, ja vielleicht noch mit größerem Rechte kann man den geistigen Standpunkt des Kindes und den Fortschritt seiner sprachlichen Entwickelung an den von ihm aufgeworfenen Fragen erkennen und messen.

Versuchen wir daher im folgenden, die Entwickelungsgeschichte der Sprache des Kindes zunächst und in der Hauptsache als eine Entwickelungsgeschichte der kindlichen Frage zu fassen und unter diesem Gesichtspunkte den kindlichen Gedankenkreis einer möglichst genauen Betrachtung zu unterziehen.

Hierbei ist vorerst an die jedem Erzieher geläufige Thatsache zu erinnern, welche den Wert der kindlichen Frage in dem von uns angedeuteten Sinne ebenfalls bestätigt, daß das geistig geweckte Kind, je weiter es in seiner sprachlichen Entwickelung vorschreitet, um so häufiger von der Frage Gebrauch macht und durch die Menge und Art seiner Fragen seine erwachsene Umgebung oft geradezu in Verlegenheit setzt. Es erreicht diese kindliche Wißbegier nicht selten eine krankhafte Steigerung, so daß sie zur Manie werden kann, die von der Erziehung ernstlich bekämpft werden muß.

Was nun den Inhalt der kindlichen Fragen anlangt, so ist er natürlich so bunt und mannigfaltig wie das Leben des Kindes selbst, und eine erschöpfende Darstellung in dieser Beziehung ist weder möglich, noch auch nötig. Wir müssen uns vielmehr damit begnügen, eine Anzahl besonders charakteristischer Fragen herauszugreifen, um an ihnen die Art des kindlichen Interesses und Verständnisses für die Dinge seiner Erfahrung und die damit Hand in Hand gehende sprachliche und geistige Entwickelung zu kennzeichnen. Von einer Gruppierung dieser Fragen nach dem zeitlichen Auftreten, die auf den ersten Blick als die zweckentsprechendste erscheinen könnte, weil sie das geistige Wachstum in einer gewissen Kontinuität darzustellen ermöglicht, glauben wir um deswillen absehen zu sollen, weil ja das zeitliche Auftreten der bei weitem meisten Fragen des Kindes in den jeweiligen Erlebnissen desselben eine oft ganz zufällige Veranlassung hat und weil man dann auf jede übersichtliche Gruppierung von vornherein verzichten müßte. Wir wählen daher eine Gruppierung nach logischen Gesichtspunkten, doch so, daß wir das früher am Kinde beobachtete dem später bemerkten möglichst voraufgehen lassen.

Es darf wohl als allgemein bekannt vorausgesetzt werden, daß das bereits »redende« Kind die meisten Dinge seiner täglichen Umgebung dem Namen und viele auch schon ihrer augenfälligsten Wirkungsweise und Bestimmung nach kennt und daß daher die bei Beginn des Sprechenlernens fast ständig gehörten Fragen: »Was ist das?« »Was thut das?« »Wie macht das?« (bei meinem Kinde für »Wie geht das zu?« — eine

Übergangsfrage zu dem später auftretenden »Warum ist das so?«) immer mehr in den Hintergrund treten gegenüber solchen Fragen, die schon von einem gewissen »Denken« des Kindes Zeugnis ablegen und nicht einer bloß rezeptiven Neugier und Wißbegier entspringen.

Hierzu möchte ich zunächst eine Anzahl von Fragen rechnen, die dem Bestreben des Kindes entstammen, seine Vorstellungen zeitlich einzuordnen, sich eine klare Anschauung über den Verlauf der Zeit sowie über zeitliche Begriffe überhaupt zu verschaffen. Diese Fragen sind mir ein Beweis, daß die Zeitvorstellungen entschieden zu denjenigen gehören, welche sich das Kind am schwersten aneignet.

Die ersten Bemühungen meines Kindes, seine Vorstellungen zeitlich einzuordnen, traten in einer Zeit auf, wo z. B. der Begriff der Kausalität längst erworben war und sprachlich richtig fixiert wurde. Schon die einfachsten Zeitvorstellungen wie »gestern«, »heute«, »morgen«, »Tag«, »Stunde« wurden nur nach sehr langem und vielfach fehlerhaftem Gebrauch und unter fortwährender Anwendung von Fragen nach ihrer Bedeutung endlich richtig gebildet. So sagte mein $3^1/_2$jähriges Kind: »Nicht wahr, Papa, ich bin schon eine Stunde groß?« Und in betreff einer Krankheit, die es vor einem halben Jahre gehabt hat, fragt es, ob das »gestern« gewesen, obwohl es um dieselbe Zeit den Ausdruck »gestern abend« ganz richtig gebrauchte. Hierbei verhalf ihr offenbar die richtige Anschauung von »Abend« zum korrekten Gebrauch der betreffenden Zeitbestimmung. Früher hatte sie den Begriff »gestern abend« mehrere Monate hindurch als eine Art Universalbegriff für die Vergangenheit gebraucht. Alles einmal Vorgefallene war »gestern abend« geschehen. Aber sie hatte schon geraume Zeit die richtige Anschauung von »gestern abend« erworben, ehe es ihr gelingen wollte, das »gestern« allein richtig zu denken und sprachlich zu bezeichnen. $3^3/_4$ Jahre alt behauptet sie: »Ich habe die Lisbeth morgen gesehen«, statt zu sagen »vor einiger Zeit«. Um dieselbe Zeit macht sie die Entdeckung des Begriffes »morgen« mit Hilfe der paradox klingenden, aber ganz richtigen Frage: »heute ist wohl morgen?« Es ist ihr tags zuvor ein Stück Kuchen versprochen worden. Beim Erwachen fragt sie, ob sie heute dasselbe bekomme, und als ihre Frage bejahend beantwortet wird, thut sie, offenbar mit Beziehung auf das vorhergegangene Versprechen die freudige Frage: »heute ist wohl morgen?« Dennoch sagt sie 2 Monate später: »Das schöne Hundel hebe ich bis heute früh auf.« Und als ihr bedeutet wird: »Heute früh ist doch schon vorbei«, fragt sie: »Wenn ist denn wieder heute früh?« Und selbst die Vierjährige fragt eines Tages noch: »Wenn ist denn gegen Abend?« Wie leicht aber das Kind bei Anwendung von Zeitbegriffen in falsche Bildungen zurückfällt, beweist der Umstand, daß mein Kind in einem Alter von 4 Jahren 11 Monaten mir eines Morgens beim Aufstehen alles Ernstes erzählt: »Siehst Du, Papa, heute abend hatten die Frösche gequakt.« Das geschah zu einer Zeit, wo sie mit »wahrscheinlich«, »durchaus«, »natürlich«, »also« und ähnlichen abstrakten Begriffen schon ganz sicher operierte.

Eine originelle Bezeichnung für die ferne Zukunft lautet bei der Vierjährigen: »Im Sommer auf den Freitag.« Sie fragt z. B., als alle

Schoten im Garten abgepflückt sind: »Da wachsen wohl im Sommer auf den Freitag wieder welche?« Erst im Alter von 4½ Jahren verlangt sie von mir eine Belehrung über die verschiedene Benennung der Tageszeiten; sie will den Unterschied von Vor- und Nachmittag genau erklärt haben. Die sonderbare Frage des 5½jährigen Kindes: »Nicht wahr, der Himmel ist aber groß, der ist achtzighundert Jahre?« in welcher Jahr als räumliche Maßbestimmung gebraucht wird, beweist, daß ihre Zeitvorstellungen noch nicht ganz fertig sind, sondern immer noch als eine besondere Art der Raumvorstellungen aufgefaßt werden. Aus letzteren sind ja in Wirklichkeit auch alle Zeitvorstellungen der Dauer entstanden, wie die Ausdrücke Zeitraum, lange und kurze Zeit und ähnliche zur Genüge beweisen.

Auch die relative Geltung der Zeitbegriffe will ihr nicht in den Kopf und verwirrt ihr Vorstellen. Sie fragt daher in demselben Alter, wie es komme, daß »heute« übermorgen »vorgestern« heiße. Als eine geradezu rätselhafte und verblüffende Frage der Fünfjährigen in bezug auf ihre Zeitvorstellungen ist mir die erschienen: »Ist in Nossen heute auch Mittwoch oder Donnerstag?« Da das Kind selbstverständlich niemals etwas von der geographischen Relativität der Zeit gehört hatte, ich aber auch nicht annehmen konnte, daß diese im Ernste gethane Frage ein bloßes Spiel des Zufalls sei, so entgegnete ich ihr: »Warum denkst Du das?« worauf sie zur Antwort gab: »Weil das so weit entfernt ist.« Dieses scheinbar wohlbegründete und von der geographischen Wissenschaft bestätigte Urteil that sie zu einer Zeit, wo ihre elementaren Zeitvorstellungen noch so wenig ausgebildet waren, daß sie nicht angeben konnte, wie viel Zeit verflossen ist, wenn sie zu einem Spaziergang um 5 Uhr ausgeht und um 6 Uhr wieder heim kommt. Solche Widersprüche in der kindlichen Geistes- und Sprachentwickelung stehen durchaus nicht vereinzelt da und wir werden weiter unten Gelegenheit haben, noch auf anderen Gedankengebieten dieser Thatsache wieder zu begegnen.

Viel leichter als die Bildung von richtigen Zeitvorstellungen wird dem Kinde die Orientierung im Raume, weil sie ja allenthalben von den klarsten unserer Sinneswahrnehmungen, den Gesichtswahrnehmungen, unterstützt wird und an diese anknüpfen kann. Und selbst die Zahlvorstellungen, die meinem Kinde anfangs große Mühe verursachten, wurden, nachdem die ersten Schwierigkeiten überwunden waren, verhältnismäßig leicht erworben. Das Kind gefiel sich darin, seitdem es im 5. Jahre von seiner Pflegerin das Zählen bis hundert gelernt und auch eine ziemlich klare Vorstellung von den Zehnern und der Wiederkehr der Einer in jeder Zehnerreihe gebildet hatte, den Vater wiederholt nach Namen und Geltung der größten Zahlbegriffe zu fragen. Erst bei der »Hunderttausendmillion« stand ihr Wissenstrieb still. Daher denn auch heute noch (6¼ Jahre alt) bei ihr »Hunderttausendmillion« das Nonplusultra aller Zahlvorstellungen ist. Es braucht wohl kaum hinzugefügt zu werden, daß dieser Zahlbegriff nur ein bloßer »Name« für sie ist, um so mehr, da sie ihn schon zu einer Zeit gebildet hatte, wo sie noch keine Idee von einem multiplikativen Verhältnis hatte, weshalb sie auch jetzt noch denselben als eine Summe aus den drei ihn bilden-

den Zahlbegriffen betrachtet. Merkwürdig ist mir aber hierbei die sichere Beherrschung der beziehungsweisen Werte jener höchsten Zahlbegriffe gewesen. Es ist mir nicht ein Fall bekannt, daß sie sich jemals über die Reihenfolge jener Werte geirrt hätte, während das beispielsweise von den anscheinend viel einfacheren Farbbegriffen nicht behauptet werden kann. Noch im 6. Jahre muß mich das Kind wiederholt fragen: »Was heißt rot?« und »was ist blau?« und auch die oft wiederholte Erinnerung an die Farbe des Fleisches und des Blutes und an die Farbe des klaren Himmels genügt nicht, um diese scheinbar so leichten Begriffe dauernd ihrem Gedächtnis einzuprägen, obgleich die Unterscheidung von viel weniger charakteristischen Farben dem Kinde längst keine Mühe mehr macht.

Wie alle naiven und unverdorbenen Menschen hat das Kind auch eine große Liebe zur Natur. Die Gegenstände am Himmel und auf der Erde, in Garten und Wiese, in Wald und Feld erregen sein lebhaftestes Interesse und geben zu einer Unzahl von Fragen an die erwachsenen Erzieher Veranlassung. Auch in dieser Beziehung seien nur die bedeutsamsten und merkwürdigsten erwähnt, die von der logischen Begabung des Kindes und von dem warmen und verhältnismäßig sogar tiefen Interesse, mit welchem schon das Kind die Naturgegenstände ansieht, Zeugnis ablegen. So fragt bereits das 4 Jahre 2 Monate alte Kind am hellen Vormittage: »Warum steht denn der Mond jetzt noch am Himmel?« Und als sie einen Monat später mir ein Stiefmütterchen bringt und bei Entdeckung einer noch ganz unscheinbaren Knospe bemerkt hat: »Siehst Du, da wächst auch noch eins«, fragt sie nach längerem forschendem Betrachten: »Wie wachsen nur die Veilchen, Papa?« (Das Stiefmütterchen wird von ihr mit dem Veilchen identisch gesetzt. Sie nennt es zum Unterschiede vom eigentlichen Veilchen, offenbar weil sie die Familienähnlichkeit beider erkannt hat, »großes Veilchen«.) Gewiß war das eine von tiefem Nachdenken zeugende Frage! Wie viele Erwachsene begnügen sich mit der bloßen Thatsache des Wachsens, ohne nach dem Wie einer so alltäglichen und darum gewöhnlich gewordenen Erscheinung zu fragen!

Wieder einen Monat später will sie wissen, »wo die Sterne hergekommen sind?« und »wie es der liebe Gott gemacht habe, als er sie geschaffen«. Ferner ist es ihr eine auffällige Erscheinung, daß die Gurke soviel Wasser enthält. Als ihr auf ihre diesbezügliche Frage geantwortet worden ist, daß das Wasser während des Wachstums in die Gurke gekommen ist, entgegnet sie verständnisvoll: »Ach, nicht wahr, weil Wasser auf das Beet gegossen worden ist?« Ein Beweis für die Güte des kindlichen Gedächtnisses und zugleich für die Aufmerksamkeit, mit welcher das Kind die Natur beobachtet, ist die Frage des vierjährigen Kindes beim Anblick eines blühenden wilden Rosenstrauches: »Waren hier nicht einmal Hagebutten daran?« Und selbst ein so subtiler Naturprozeß wie der der Verdunstung ist dem 4 Jahre 5 Monate alten Kinde nicht gleichgültig; denn sie fragt mich, wo das Wasser hinkomme, das sie auf ihre Schiefertafel gebracht hat, um dieselbe zu reinigen. Sie glaubt, es dringe in die Tafel hinein. Wenige Tage später will sie Aufschluß haben über die physische Beschaffenheit der Sonne. »Nicht

wahr, die liebe Sonne das ist ein Feuer?« lautet ihre naive und doch so vernünftige Ansicht, die von der strengsten Wissenschaft bestätigt wird und auch eine Art Widerlegung der schon durch ihre Kompliziertheit bedenklichen Herschel'schen Theorie ist. Wie sehr aber schon das Kind die Gegenstände der Natur vergeistigt und sie daher gewissermaßen von einem höheren sittlichen Standpunkte betrachtet, das beweist die Frage des 4 Jahre 7 Monate alten Kindes: »Nicht wahr, Sonne und Mond passen zusammen?« Sie standen nämlich beide zugleich am Himmel. Auf die Frage nach dem Warum dieser Äußerung antwortet sie: »Weil sie sich vertragen.« Einen Grund für diese Ansicht vermochte sie nicht anzugeben; natürlich, denn eine poetische Auffassung der Natur läßt sich nur empfinden und fühlen, nicht aber begründen. Ich wurde hierbei unwillkürlich an Hebel's bekanntes Gedicht »Sommerabend« erinnert, das im Gegensatze zur Anschauung meines Kindes Sonne und Mond in einem feindseligen Verhältnis zusammenleben läßt. Wie oft berührt sich die kindliche Anschauungsweise mit der dichterischen, denn Kind und Dichter sind eben beide naiv!

Ein fernerer Beweis für die poetische Naturbetrachtung des Kindes darf auch in einer Äußerung des $4^1/_2$jährigen Kindes erblickt werden. Es zeigt mir sein ihm geschenktes Veilchen, an dem eine Blüte aufgebrochen ist, mit den Worten: »Nicht wahr, das Veilchen hat auch ganz drin Augen und auch einen Mund und Ohren und eine Stirn?« Ja es glaubt sogar, daß das Veilchen schneller und schöner aufblühe, wenn es selbst (das Kind) »schön folge«. Ein Jahr später fragt das Kind in derselben sinnigen Weise bei Anblick des feurigen Morgenrotes: »Da schläft wohl der liebe Gott und die Engelchen?«

Ein weiterer wichtiger Gegenstand des kindlichen Fragens und Forschens ist aber auch schon das Geheimnis des eigenen Daseins und die Bedingungen des Lebens, namentlich aber der rätselhafte Ursprung des Menschen und seine endliche Bestimmung. Daß hierüber die Vorstellungen des Kindes oft ganz absonderliche sind, ist allgemein bekannt und selbstverständlich. Hier seien darum nur besonders originelle Äußerungen des kindlichen Verstandes über jene höchsten Fragen des Daseins mitgeteilt. Hierher dürfte jene Frage des 3 Jahre 8 Monate alten Kindes zu rechnen sein, die es an Vater und Mutter that, als diese ihm erzählten, daß sie auf dem Friedhofe beim toten Bruder gewesen: »Habt Ihr ihn wieder heraus? Ich wollte ihn in meinem Wagen fahren.« Vernünftiger klingt schon die Frage der Vierjährigen: »Wenn komme ich denn in den Himmel?« und die daran sich schließende Bemerkung: »Nicht wahr, Papa, ich sage, wenn ich gestorben bin: Mein guter, lieber Gott und nimm mich mit in den Himmel,« sowie die weitere Frage an den Vater: »Kommst Du auch mit in den Himmel?«

In dem gleichen Alter fragt sie in naiver Unkenntnis der Bedingungen des menschlichen Wohlbefindens während einer Krankheit: »Große Leute werden wohl nicht krank?« Denselben Mangel an Erfahrung verrät die lächerliche Frage, die sie thut, als der Arzt für sie geholt werden soll: »Macht mich der nicht tot?« und als ich verneinend antworte: »Da machst Du ihn wohl auch tot?« Ebenso naiv ist ($^1/_4$ Jahr später)

ihre Anschauung über das Wachstum des menschlichen Körpers und seiner Teile, das ganz analog dem Pflanzenwachstum aufgefaßt wird. Als nämlich einem jungen Manne in der Nachbarschaft ein Finger abgelöst (amputiert) werden soll, fragt sie: »Bekommt der ums Jahr (übers Jahr) einen andern Finger?« Auf die verneinende Antwort: »Auch zu Ostern nicht?« Und weiter: »Der bekommt wohl gar keinen wieder?«

Verblüffend war mir die Frage des $4^1/_4$jährigen Kindes: »Wenn werde ich denn wieder klein?« Auf meine Entgegnung: »Du wirst nicht wieder klein,« sagt sie ganz verwundert: »Nicht?« Ob sie dabei an das Kleinwerden durch Krümmung der Wirbelsäule im hohen Alter gedacht hat? Fast möchte ich es glauben, wenn nicht noch andere sonderbare Äußerungen in dieser Hinsicht von ihr gethan worden wären. So äußerte sie im Alter von 4 Jahren 4 Monaten eines Tages alles Ernstes: »Als ich noch ein kleiner Junge war.« Trotzdem war sie sich um dieselbe Zeit des Geschlechtsunterschiedes ganz wohl bewußt; denn auf die an sie gerichtete Frage: »Was wirst du einmal, wenn du groß bist?« antwortete sie: »Eine Mama.« Und später formuliert die Fünfjährige diese Wahrheit in den Satz: »Das Hänschen (ihr Bruder) wird ein Mann; aus Jungen werden Männer, aus Mädchen Maman.«

Die Frage der $4^3/_4$jährigen: »Wie werden denn die Menschen gemacht?« konnte ich mit einem getrosten »Das weiß ich nicht« beantworten, und in ihrer weiteren Frage: »Das weiß wohl bloß der liebe Gott?« sprach das Kind eine tiefe Wahrheit aus; denn das Geheimnis des Werdens und der menschlichen Entwickelung ist in seinen letzten Zusammenhängen niemand klar als dem Schöpfer selbst. In einige Verlegenheit brachte mich kurz darauf die noch bestimmter formulierte Frage nach derselben Sache, die gelegentlich eines Gespräches über den Geburtstag vom Kinde gestellt wurde. Sie fragte: »Was muß man da machen, wenn man geboren wird?« Diese Frage sollte, in die Sprache der Erwachsenen übersetzt, lauten: Wie geht es denn dabei zu, wenn man geboren wird? Das von Vater und Mutter als Antwort gegebene Gelächter verdroß sie bis zum Weinen, und erst die Erklärung, daß wir sie nicht wegen ihrer Frage »auslachen«, beruhigte sie wieder. Einige Wochen darauf fragte sie beim Gebadetwerden nach dem Zweck des Nabels, natürlich ohne eine Ahnung von der Tragweite ihrer Frage zu haben und auch ohne die Antwort zu erhalten. Sie selbst stellt deswegen die drollige Vermutung auf, »daß, da dieser Teil des Körpers doch auch seinen Zweck haben müsse, er vielleicht zum Atmen mit gebraucht werde.«

Eine Anregung zum weiteren Nachdenken über die Frage nach dem Ursprunge des Menschen erhält sie bei der Ankunft eines Brüderchens. Bei dieser Gelegenheit fragt das 5 Jahre alte Kind: »Warum hat mir denn der liebe Gott ein Brüderchen geschenkt?« was keineswegs eine Frage nach dem Beweggrunde, sondern nach dem Realgrunde sein sollte, wie die gleich darauf gethane weitere Frage beweist: »Wenn meine Mama wieder krank ist, da ist wohl wieder ein Brüderchen gekommen?« Sie ahnt also den Zusammenhang zwischen der Krankheit der Mutter und der Geburt des Bruders, fragt aber merkwürdigerweise nicht näher nach demselben, was ganz gegen ihre sonstige Gepflogenheit

war. Gegen die poetische Anthropogonie, wonach das Brüderchen von Engeln gebracht sein soll, macht sie den sehr realistischen Einwand: »Warum hat denn das Brüderchen keine Flügel mehr?« faßt aber Beruhigung, als ihr gesagt wird, daß es die auf der Erde nicht mehr brauche. Als sie aber eines Tages das »Wehweh« des Kleinen, die Nabelschnur, gesehen hat, erscheint ihr die von ihrer Wärterin mitgeteilte Version von dem »Storch« glaubhafter, und sie ist aufgebracht, daß der böse Storch »ihr Brüderchen gebissen habe«. Ein volles Vierteljahr später fragt sie mich einmal, ganz ohne jede Veranlassung: »Nicht wahr, bloß wenn man krank ist, kriegt man einen Jungen?« Das Geheimnis der Menschenentstehung muß ihr außerordentlich imponiert und ihre Gedanken zuweilen im Stillen beschäftigt haben. Aber auch diesmal fragt sie nicht, in welchem Zusammenhange das Kranksein der Mutter und die Geburt des Bruders stehe, sie findet das vielmehr ganz selbstverständlich. So tastet auch der erwachsene Mensch oft an der Thür von Geheimnissen, aber es fällt ihm nicht ein, die Thür, die er bereits in der Hand hält, zu öffnen, weil ihm das Geheimnisvolle natürlich erscheint.

Auch bei Fragen dieses geschilderten Inhaltes zeigt sich die scharfe Beobachtung des Kindes und der rege Wissenstrieb desselben, denn als sie eines Tages ihr Brüderchen gebadet werden sieht, fragt sie: »Warum hat er denn das Rote nicht mehr?« Sie meint damit die Nabelschnur, die sie überhaupt nur zweimal gesehen hatte und die ihr seit zwölf Wochen nicht mehr vor die Augen gekommen noch sonstwie erwähnt worden war. Auch die Frage nach der Entstehung der Tiere wird von dem $5^1/_2$jährigen Kinde gestellt. Sie hat die ungeschickte sprachliche Form: »Wie werden die Kühe gemacht?« Ebenso naiv war die um dieselbe Zeit gethane Frage: »Warum hat die Großmama keine kleinen Kinder mehr?« Höchst verwunderlich ist mir ihr Glaube an eine Rückkehr der Seele nach dem Tode erschienen, den sie in folgendem Satze aussprach: »Wenn wir hundert Jahre im Grabe gelegen haben, kommen wir wieder heraus, dann ziehen wir wieder hierher, nicht wahr?« Sollte sie einmal im Gespräche von Erwachsenen etwas über die Auferstehung gehört und sich diese in so grobsinnlicher Weise ausgelegt haben?

Aber das kindliche Denken und Forschen bleibt bei den Fragen nach der Natur und dem eigenen Ich nicht stehen, sondern es dringt sogar schon vor bis zu dem letzten Grunde alles Seins und macht sich in seiner Weise ein Bild von Gott und übersinnlichen Dingen. Ich habe schon an anderer Stelle erwähnt, daß ich noch von keinem Kinde die Frage gehört habe: »Wer hat den lieben Gott gemacht?« Auch meine weiteren Beobachtungen haben diesen Satz bestätigt. Dagegen kann ich nicht behaupten, daß der vom Kinde ursprünglich mit einer gewissen Klarheit und Wärme erfaßte Gottesbegriff dementsprechend weiter gebildet worden wäre, vielmehr will es mir scheinen, als ob die Fortschritte in der Gotteserkenntnis mit denen in der Erkenntnis der Welt nicht gleichen Schritt hielten. Die folgenden Beispiele werden das beweisen.

So fragte das 3 Jahre 8 Monate alte Kind: »Mama, wie hat denn das der liebe Gott gemacht, wie er vom Himmel heruntergekommen ist?« Und zwei Monate später: »Nicht wahr, Papa, der liebe Gott wohnt im

Himmel? Wenn er einmal eine Treppe hat, kommt er herunter und straft die Mädchen, die garstige Worte reden? Als ihr (4 Jahre 4 Monate alt) die schon lange sehnlich ausgesprochene Bitte gewährt wird, sie einmal mit in die Kirche zu nehmen, von der ihr gesagt worden ist, daß hier der liebe Gott wohne, und vor der sie daher eine heilige Ehrfurcht gezeigt hat, da fragt sie, wie sie den Geistlichen singen hört, den sie von ihrem Platze aus nicht sehen kann: »Ist das der liebe Gott?« Auf die verneinende Antwort hin zeigt sie nach der mit Gold geschmückten Decke der Kirche und fragt: »Wohnt dort der liebe Gott?« Sie begnügt sich aber völlig mit der Antwort, daß man Gott nicht sehen könne. Etwas enttäuscht darüber, daß sie den lieben Gott nicht »gesehen« hat, faßt sie ihre Erlebnisse beim ersten Kirchgange in die Frage zusammen: »Warum muß denn der Herr Pastor so lange sprechen?« Auch die $4^1/_2$jährige fragt noch, als ihr gesagt worden ist, daß der liebe Gott alles höre, was geredet wird: »Der liebe Gott hat wohl größere Ohren wie wir?« Und als ihr verneinend geantwortet wird, entgegnet sie: »Der ist wohl gar kein Mensch?« und zuletzt: »Was ist er denn?« Die Antwort: ein Geist, befriedigt ihren Wissenstrieb. Nichtsdestoweniger pflegt sie einen innigen Gebetsumgang mit dem lieben Gott und trägt ihm alle kleinen und großen Leiden in rührender Weise vor. So betet sie eines Tages ($4^3/_4$ Jahre alt), als sie ihre Puppe zerbrochen hat, außer dem gewöhnlichen Abendgebete aus freiem Antrieb und improvisiert noch: »Lieber Gott, nimm's nicht übel, daß ich meine Pipi (Kinderwort für Puppe) zerbrochen habe; ich hab's nicht mit Mutwillen gethan. Amen!« und 2 Monate später, als sie gern ein Brüderchen haben will: »Lieber Gott, erhalte die Engelchen gesund und schenke mir eins. Amen!« Und am Tage der Geburt ihres Brüderchens lautet das Gebet der Fünfjährigen: »Lieber Gott, erhalte uns recht gesund — ach nein, wir sind ja gesund, für die Mama muß ich beten, die ist krank. Lieber Gott, erhalte meine Mama recht gesund.« Tags darauf, als während der Nacht das Brüderchen geboren worden, ist ihre Freude unbeschreiblich. Sie fragt mich: »Weißt Du, warum ich so lustig bin?« und erklärt, die Antwort gar nicht abwartend: »Weil mir der liebe Gott ein Brüderchen geschenkt hat.« Aber auch das alte Problem der Menschheit vom Ursprung des Übels und wie sich das Leid mit der Güte Gottes vertrage, regt schon ihren kleinen Geist auf. Denn als das Brüderchen schwer krank wird, da fragt sie (5 Jahre 8 Monate alt): »Ist da der liebe Gott auch gut, wenn er uns das Brüderchen sterben läßt?« Aber das bloße Ja der Antwort genügt ihr diesmal nicht, sie thut die weitere bedeutsame Frage: »Warum läßt er es denn sterben?« Die Kardinalfragen der Theodicee sind eben Fragen von so ungeheurer Tragweite, daß sie auch schon den kindlichen Geist aufregen.

Wenn wir die vorstehend aufgeführten kindlichen Fragen uns noch einmal vergegenwärtigen, so müssen wir eingestehen, daß das kindliche Geistesleben schon einen ziemlich bedeutenden Kreis von Vorstellungen umfaßt und daß auch bereits beim kleinen Kinde eine nicht abzuleugnende Vielseitigkeit des Interesses vorhanden ist; denn alle Hauptgebiete menschlichen Forschens: Natur, Mensch und Gott, sie sind auch schon Gegen-

stand der kindlichen Wißbegier und werden vom Kinde in seiner Art erfaßt und vorgestellt. Gleichwohl haben wir im bisherigen noch nicht einmal alle Gegenstände des kindlichen Interesses erschöpft und es bleiben uns noch eine Anzahl kindlicher Fragen übrig, die, zwar in eine jener drei Hauptkategorien gehörend, sich dennoch nicht mit Vorteil gruppieren und klassifizieren ließen, weil sie meist an kleine Erlebnisse des Tages anknüpfen, die sich ebenfalls nicht immer in eine gewisse Schablone zwängen lassen.

Ich lasse sie, da sie auch ganz charakteristisch und originell sind, in bunter Reihe folgen. Hierher rechne ich die komisch wirkende Frage des $3^1/_2$ jährigen, als es gehört hat, daß »morgen ein neues Jahr beginne«: »Da brauchen wir wohl nicht mehr soviel zu arbeiten?« Ich war gerade damals mit viel Arbeit geplagt und konnte deshalb dem Verkehr mit dem Kinde nur sehr wenig Zeit widmen, daher die Frage, die einer rührenden Teilnahme ihren Ursprung verdankte. Die nämliche zärtliche Teilnahme leuchtet aus der Frage der $4^3/_4$ jährigen hervor: »Papa, warum gehst Du über Deiner Krankheit in die Schule?« Eine ähnliche naive Ansicht über die Arbeit im Beruf, als die aus Anlaß des Jahreswechsels geäußerte, zeigt auch die $5^1/_2$ jährige noch, wenn sie den Vater fragt: »Wenn Du in diesen Ferien recht fleißig arbeitest, dann brauchst Du wohl gar nicht mehr zu arbeiten?« Und in bezug auf sich selbst meint sie: »Wenn ich in die Schule kommen werde und bin recht fleißig, dann brauche ich wohl gar nicht lange zu gehen?« Als sie bei einem Husten durch einen Prießnitzumschlag auf den Hals behandelt wird, fragt sie (4 Jahre alt), eine Art Kritik gegen das Heilverfahren übend: »Nicht wahr, der Husten ist inwendig drin?«

Sehr zahlreich sind die Fragen nach der Bedeutung sprachlicher Begriffe, die ihr vom bloßen Hören nicht klar geworden sind. So hat die Mutter einst die $4^1/_2$ jährige »eine kleine Neugierde« genannt, weil sie wiederholt nach den eingekauften Weihnachtssachen fragte und durchaus sehen und wissen wollte, was ihr »der heil'ge Christ« bringen werde. Da kommt sie zu mir und fragt: »Papa, ich weiß nicht, was eine Neugierde ist«. Ich antworte: »So ein kleines Mädchen, das alles sehen will, was die Mama nicht zeigen mag, und nach allem fragt, was die Mama nicht sagen mag.« Damit läßt sie sich abweisen; aber nach einigem Besinnen sagt sie: »Aber, Papa, kleine Jungen auch, nicht wahr?« (nämlich: die sind auch kleine Neugierden). Ich mußte das natürlich schon aus Gerechtigkeitssinn bestätigen; es kostete mich aber einige Überwindung, meine stille Freude über die allerliebste Ehrenrettung ihres Geschlechtes zu verbergen.

Einige Tage darauf thut sie folgende drastische Frage: »Nicht wahr, Papa, wenn ein Maulwurf, das heißt Maul und das andere heißt Mund?« Soll heißen: Wenn ein Maulwurf benannt wird, darf man Maul sagen, aber sonst muß man Mund sagen. Ich erriet den Sinn dieses rätselhaften Ausspruchs nur deshalb, weil ich wußte, daß sie einige Tage zuvor zum ersten Male einen Maulwurf gesehen und bei der Nennung des Namens ihre Verwunderung über die Bezeichnung Maulwurf ausgesprochen hatte. Hierher gehört auch die originelle Frage nach der verschiedenen Rektion der Präposition »in«. Nachdem der diesbezüg-

liche durch dialektische Einwirkung entstandene fehlerhafte Sprachgebrauch des Kindes von mir schon unzählige Male korrigiert worden war durch ein: Besinne dich! oder: Wie heißt es? abstrahiert eines Tages die $4^1/_2$jährige die Regel: »Nicht wahr, wenn Du gehst, heißt es in die Schule, wenn Du gewesen bist, in der Schule?« Ebenso originell klingt folgende Frage: »Nicht wahr, Papa, ich mache »die Freude meiner Eltern werd«?« Sie hat nämlich in einem Gebetchen »an das Christkind« gelernt: »Gieb . . . . daß ich auf dieser schönen Erd die Freude meiner Eltern werd!« Als wir uns nun eines Tages über eine ihrer possierlichen sprachlichen Äußerungen freuen und laut lachen, da thut sie die obige ganz logische Frage.

Interessant ist mir auch die Frage der $4^1/_2$jährigen, in der schon eine feine Unterscheidung von Lüge und Unwahrheit gemacht wird. Sie erzählt mir eines Morgens ihren Traum und knüpft daran folgendes Gespräch: »Nicht wahr, das ist gar nicht wahr, was einem träumt? Aber Lügen habe ich da nicht gemacht, wenn es mir träumt. Nicht wahr, da straft einen der liebe Gott nicht, wenn's einem träumt?« Die letzte Frage sollte in die Sprache der Erwachsenen übersetzt lauten: Nicht wahr, für diese Art der Unwahrheit kann man nicht verantwortlich gemacht werden?

Welch eigentümliche Richtung das kindliche Denken oft einschlägt und wie abweichend es von der Denkweise der Erwachsenen ist, aber auch wie im kindlichen Geiste das scheinbar kleinste Erlebnis zu einem Ereignis wird, das in die Zukunft wirkt, das möge folgende kleine Geschichte illustrieren. Als das beinahe 6jährige Kind im Frühjahr die Frösche zum ersten Male ihr lustiges Abendkonzert halten hört, da fragt es in halb traurigem Tone: »Papa, hätte der tote auch mitgemacht, den wir einmal gefunden haben?« Wir hatten drei Wochen zuvor einen toten Frosch gefunden, meines Wissens war es der erste, den sie gesehen hatte. Wie nachhaltig mußte das kleine Erlebnis auf das kindliche Gemüt eingewirkt haben, da es jetzt sofort ins Bewußtsein gerufen wurde!

Daß sich auch das Kind durch eine Unzahl von Fragen Rat holt über sittliche Verhältnisse, darf wohl als allgemein bekannt vorausgesetzt werden. An diesen Fragen ist mir zweierlei von besonderem Interesse gewesen, nämlich die große Unsicherheit des Kindes im sittlichen Urteile und die Neigung zu scharfer Verurteilung der Fehler anderer bei schnellem Vergessen der eigenen Vergehen, aber auch die zarte Empfindlichkeit des kindlichen Gewissens. So fragt schon die $3^1/_4$jährige: »Die Martha hat zu mir garstige Olga gesagt, muß ich da wieder garstige Martha sagen?« Und die 6jährige fragt, als eine Freundin von ihr wegen Nichterfüllung ihrer Pflichten hat in der Schule bleiben müssen: »Darf ich nun noch mit ihr gehen?« Man sieht hieraus, daß im Kinde auch schon der künftige sittliche Mensch vorgebildet liegt mit all seinen Vorzügen, aber auch mit all seinen Fehlern und Schwächen.

(Schluß folgt.)

Über die Lichtverhältnisse in grossen Wassertiefen.

Von

Dr. **Asper** (Zürich).

Unter den zahlreichen Bewohnern der Tiefen des Genfersees hat Herr Prof. F. A. Forel in Morges im Jahre 1869 zwei blinde Arten gefunden, einen Flohkrebs und eine Assel. Beide sind seither beschrieben worden unter den Namen *Niphargus puteanus* var. *Foreli* Humbert und *Asellus Foreli* Blanc. Abgesehen von dem gänzlichen Mangel an Sehwerkzeugen zeichnen sich beide Tiere durch den pigmentarmen Körper aus und stimmen insofern mit den von Koch, Schiödte, Fries, Rougemont und anderen entdeckten blinden Asseln und Gammariden aus Höhlen und Sodbrunnen überein. Bei den letzteren Funden nahm man unbedenklich an, daß der Mangel an Licht das Fehlen jenes kostbarsten Sinneswerkzeuges bedingt habe, und so lag der Schluß nahe, es möchte in gewissen Seetiefen das Wasser soviel Licht absorbieren, daß wie in Sodbrunnen am Seegrunde völlige Dunkelheit herrsche.

Um für diese Vermutung sichere Anhaltspunkte zu bekommen, benutzte Forel die Eigenschaft gewisser Silberverbindungen, bei Lichtzutritt sich zu zersetzen. Er versenkte zunächst im April 1873 bei dunkler Nacht in der Nähe von Villeneuve im Genfersee eine durchsichtige, mit Chlorsilber gefüllte Flasche in die Tiefe von 60 m. Nach Verlauf mehrerer Tage wurde dieselbe gehoben und ihr Inhalt unverändert gefunden. Der fleißige Forscher benutzte zu weiteren Versuchen das Albuminpapier der Photographen. Er machte es lichtempfindlich, indem er es 10 Minuten lang in eine 8 % Lösung von Silbernitrat eintauchte. Dies hierauf getrocknete Papier wurde in viereckige Blätter von 7 cm Seite zerschnitten.

Unter möglichster Vermeidung von Lichtzutritt legte Forel jedes Blatt zwischen zwei Glasplatten; die eine derselben war mit einem Stück Blei beschwert, um das Untersinken und Verankern der ganzen Vorrichtung zu ermöglichen, während die andere, obere Platte mit Asphaltlack zur Hälfte undurchsichtig gemacht wurde. Nach völlig eingetretener Dunkelheit sind jene Platten an einer Schnur sorgfältig an den Boden des Sees versenkt worden; das obere Ende der Schnur war mit einem Schwimmer versehen, um das Auffinden der Platten in einer folgenden Nacht zu erleichtern. Forel erhielt hierdurch folgende Resultate:

Im Sommer war bei klarem Himmel und einer Expositionszeit von 1—2 Tagen eine deutliche Schwärzung der lichtempfindlichen Papierplatten bis in eine Tiefe von 40 m wahrzunehmen. Bei 50 m Tiefe war die Wirkung null. Im Winter dagegen trat eine merkliche Veränderung des Albuminpapieres noch bei einer Wassertiefe von 90 m ein. Es erklärt sich dieses günstigere Resultat durch die geringere Trübung des Wassers während der Wintermonate.

Die blinden Gammariden und Asseln des Genfersees waren nach diesen Resultaten erklärlich; man stellte sich die tieferen Wasserregionen finster vor und nahm an, daß jedenfalls in einer Tiefe von 100 m ewige Nacht bestehe.

Nachdem ich im Zürichsee in dessen größter Tiefe von ca. 135 m konstant sehende Gammariden gefunden hatte, schien es mir interessant, mit einer etwas veränderten Methode die Durchlässigkeit des Wassers für Lichtstrahlen nochmals zu untersuchen. Forel hatte das langsam sich verändernde sensible Albuminpapier verwendet; auch lagen seine Platten direkt dem Seegrund auf und es war denkbar, daß feine Schlammteile sich über dieselben lagern und den Versuch beeinträchtigen konnten.

Statt Albuminpapier benutzte ich jene außerordentlich empfindlichen Emulsionsplatten, wie sie vom Photographen zu Momentaufnahmen gebraucht werden. Die viereckige Platte von 9 cm Seite wurde in einen Holzrahmen geschoben und dieser selbst an 3 Schnüren so befestigt, daß ein senkrecht darunter angebrachtes Gewicht dieselben spannte und den Rahmen in horizontaler Lage erhielt. Die Rückseite jeder Emulsionsplatte war mit Asphaltlack zur Hälfte so geschwärzt, daß kein Licht durchtreten konnte; die von oben und jener Rückseite her belichtete Platte mußte mithin nach beendigtem Versuche sich nur zur Hälfte verändert zeigen. Die ersten Platten wurden in der Nacht des 3. August 1881 in der Mitte des Zürichsees zwischen Wollishofen und Zollikon versenkt. Ich hatte an demselben Seile 5 Rahmen mit ebensoviel Platten angehängt. Die tiefste Platte lag ca. 90 m unter der Wasseroberfläche und 1/2 m vom Boden entfernt, die höchste fand sich bei 40 m. Die Witterung des folgenden Tages (4. Aug.) war trübe und die Expositionszeit darum ungünstig. Gleichwohl wurden die Platten schon in der Nacht des 4. August gehoben und folgenden Tages im Dunkelzimmer von Herrn Photograph Ganz entwickelt.

Jede Platte war verändert; diejenigen von 90 m und 80 m Tiefe zeigten sich zur einen Hälfte stark geschwärzt; der andere, oben durch Asphaltlack zugedeckte Teil war rauchgrau gefärbt, also von Licht getroffen worden, das vom Seeboden oder den umliegenden Wasserteilen von unten nach den Platten reflektiert worden war.

Die Platten von 50 m und 40 m verhielten sich entgegengesetzt. Die von oben geschützte Hälfte war bei beiden nach der Entwickelung stärker geschwärzt als die unbedeckte. Dieser Widerspruch erklärt sich dadurch, daß diese letztere Hälfte zuviel Licht erhalten hatte! Es ist eine bekannte Erfahrung der Photographen, daß solche »über-exponierte« Platten beim Entwickeln sich heller färben, als dies bei richtiger Belichtung der Fall wäre.

Eine zweite Versuchsreihe (16. Okt. 1881) führte zum gleichen Resultate. Um eine größere Wassertiefe zu haben, wurde eine Stelle des Zürichsees außerhalb Rüschlikon gewählt; die tiefste Platte kam dadurch 100 m unter die Wasseroberfläche zu liegen. Statt der halbseitigen Schwärzung mit Asphaltlack hatte ich diesmal auf 2 Platten aus undurchsichtigem Papier geschnittene Figuren aufgeklebt; um ferner das Zutreten von Wasser an die Emulsion zu verhindern, wurde eine der Platten auf der lichtempfindlichen Seite mit Glas bedeckt und in den Holzrahmen eingekittet. Im letzteren Falle zeigte sich genau dasselbe Resultat wie bei Wasserzutritt; die erwähnten Figuren erschienen nach der Entwickelung als durchsichtige Zeichnungen auf schwarzem Grunde. Zwischen der Platte von 100 m und derjenigen von 90 m war kein wesentlicher Unterschied bemerkbar.

Die größte Tiefe des Zürichsees beträgt 135 m. Nachdem ein so günstiges Resultat von 100 m Tiefe vorlag, erschien es wünschenswert, die Versuche in einem Gewässer fortzusetzen, wo eine bedeutendere Tiefe zur Verfügung stand, und ich wählte hierzu den gegen 200 m tiefen Wallensee. Das Wasser desselben ist allerdings besonders im westlichen Teile getrübt, indem der feine Schlamm, den die wilde Linth fortwährend hineinschwemmt, lange suspendiert bleibt; aber ein hier gewonnenes Resultat durfte um so eher auf andere, klarere Gewässer Anwendung finden.

Als ich die Ergebnisse meiner ersten Versuche auf der Versammlung schweizerischer Naturforscher im Jahre 1881 in Aarau mitteilte, wurde mir eingewendet, daß das Wasser bezw. in demselben sich findende organische Substanzen bei der direkten Berührung mit der lichtempfindlichen Schicht meiner Platten reduzierend wirken könnten und darum ein Teil der Schwärzung diesem Umstande zuzuschreiben sei. Ich machte schon damals umsonst darauf aufmerksam, daß je eine Hälfte jeder Platte von oben undurchsichtig gemacht worden sei und hiermit eine treffliche Kontrolle gewonnen werde. Immerhin wollte ich bei dieser letzten Versuchsreihe mehrere Platten so anwenden, daß keine Spur von Wasser während der Expositionszeit zutreten konnte.

Ich wählte zur Ausführung dieses Vorhabens dickwandige Glasröhren von 4 cm im Lichten, legte die lichtempfindlichen, in Streifenform geschnittenen Platten hinein und verschloß die Öffnungen mit konischen harten Gummipfropfen. Die Röhren wurden an Holzrahmen festgebunden und ähnlich wie die übrigen Platten an demselben Seile versenkt.

In der völlig dunklen Nacht vom 22. auf den 23. Oktober 1881 wurden 9 Platten in der Mitte des Sees zwischen Mühlehorn und der Seerenmühle versenkt. Die größte Seetiefe beträgt dort etwas zu 160 m; ich wählte für die Tiefe von 90 m, 100 m, 120 m, 140 m und 160 m die gleichen oben zur Hälfte geschwärzten, viereckigen Emulsionsplatten wie im Zürichsee. Bei 110 m, 80 m, 70 m und 60 m wurden die oben beschriebenen Röhren verwendet.

Es ist kein großes Vergnügen, bei unheimlichem Föhnwetter und stockdunkler Nacht in der Mitte des Wallensees photographische Versuche zu machen; der folgende Tag entschädigte uns für die erlittene Unbill auch nicht, es war an dem an Naturschönheiten so reichen See kaum

möglich, die Mühlehorn vornüberliegenden grausigen Gehänge der Kurfürsten zu erkennen. Wir waren begreiflicherweise froh, nach eingetretener Dunkelheit am Abend des 23. Oktober unsere Schätze zu heben, um mit dem letzten Eisenbahnzug noch Zürich zu erreichen.

Die versenkten Glasröhren hatten sich schlecht bewährt. Durch den starken Wasserdruck waren die harten konischen Gummipfropfen in die mit Luft gefüllten Röhren eingetrieben und dadurch die eingelegten Glasstreifen zerdrückt worden. Bloß die oberste (60 m) Röhre enthielt eine ganze Platte, aber durch seitliches Eindrücken des Pfropfens war Wasser eingeflossen; also erfüllte auch sie ihren Zweck nicht.

Die viereckigen Platten wurden glücklich wiedergewonnen mit Ausnahme der tiefst gelegenen (160 m), die aus unbekannten Ursachen aus dem Rahmen hatte herausfallen können. Nach der Entwickelung zeigten sich die Platten aus der Tiefe von 90 m und 100 m wie diejenigen aus dem Zürichsee stark geschwärzt; eine auffallend geringere Lichtwirkung war dagegen an der Platte von 120 m, und eine äußerst geringe an derjenigen von 140 m zu konstatieren. Ich halte dafür, daß die verlorene Platte von 160 m Tiefe unverändert gewesen wäre. Es dringt also im Wallensee auch an trüben Tagen chemisch wirksames Licht bis in eine Tiefe von 140 m ein.

Ob es in anderen Gewässern ähnlich sein wird? Nach meinem Dafürhalten wird chemisch wirksames Licht vielorts noch tiefer eindringen: ist ja das Wasser des Wallensees durch die wilde Linth beständiger Trübung ausgesetzt! Die klaren Fluten größerer Binnenseen oder gar des Meeres vermögen aller Wahrscheinlichkeit nach nicht so bald chemisch wirksames Licht zurückzuhalten und glaube ich nicht zu fehlen, wenn ich als ungefähre durchschnittliche Grenze für das Vorkommen solcher Lichtstrahlen 170—200 m Wassertiefe angebe.

Ob nun am Grunde eines so tiefen Gewässers völlige Dunkelheit herrscht? Ich zweifle daran. Die chemisch wirkenden Lichtstrahlen sind allerdings verschwunden, aber es können zahlreiche Licht verbreitende doch noch vorhanden sein. Sind es ja gerade die auf unser Auge am stärksten wirkenden, nämlich die roten und gelben Strahlen, welche auf Silbersalze am wenigsten zersetzend einwirken. Die so sehr empfindlichen Emulsionsplatten können längere Zeit am spärlichen Lichte einer völlig mondscheinlosen Nacht liegen, ohne sich zu verändern, und doch vermag unser Auge unter gleichen Bedingungen naheliegende Gegenstände noch deutlich zu erkennen.

Um hierüber bestimmte Anhaltspunkte zu bekommen, setzte ich im November 1881 eine Reihe von gleichen Emulsionsplatten, wie sie im Wallensee verwendet worden waren, während längerer Zeit dem spärlichen Lichte der Nacht aus. Eine am 19. November nachts zwischen 12 und 1/2 1 Uhr im freien liegende Platte blieb völlig unverändert; Platten, die in der Nacht vom 2. November bei spärlichem Mondlicht während der Zeit von nachts 11 Uhr bis morgens 4 Uhr exponiert wurden, zeigten sich ungefähr so stark verändert wie die in 100 m liegenden Versuchsplatten vom Wallensee. Ich hatte im letzteren Falle die eine Platte in einer mit Wasser gefüllten Schüssel ins Freie gestellt, die andere daneben

aufs Trockene gelegt: beide Objekte wurden vom Lichte durchaus in gleicher Weise verändert; ein deutlicher Beweis dafür, daß die Schwärzung der Platten nicht vom Wasser herrührt! Es ist somit in der Tiefe von 100 m während des Tages im Wallensee soviel chemisch wirksames Licht vorhanden, als wir in einer spärlich von Mondschein erhellten Nacht genießen; in 140 bis 150 m Wassertiefe aber möchte das gleiche Licht am Tage ebenso spärlich vorhanden sein wie an der Erdoberfläche in einer Nacht zur Zeit des Neumondes.

Wir haben immer betont, daß es sich bei diesen Versuchen um chemisch wirksames Licht handle. Suchen wir nun nach Gründen, die es wahrscheinlich machen, daß in größeren Tiefen lebende Organismen gewöhnliches Licht ausreichend vorfinden, um die Sehwerkzeuge gebrauchen zu können.

Dafür spricht zunächst die Verteilung der sehenden und blinden Tiefenbewohner. Allerdings finden sich mancherorts am Grunde von tiefen Seen blinde Gammariden und Asseln. Aber ihr Vorkommen ist oft so rätselhaft, daß die bloße Annahme, es fehle an Licht, zur Erklärung des Augenmangels nicht hinreicht. So finde ich in der Tiefe von 135 m im Züricher See konstant sehende *Gammarus*, während an einer anderen Stelle desselben Gewässers in der Tiefe von 40 m blinde und sehende Exemplare derselben Tierform gemengt erscheinen. Und wenn am Seegrund Finsternis herrscht, warum sind dann regelmäßige Tiefenbewohner, wie z. B. die im Schlamm lebenden so häufigen Ostrakoden (Schalenflöhe) oder die nicht minder zahlreichen Wassermilben konstant sehend? Die elegante *Sida crystallina*, ein großer glasheller Wasserfloh, ist mit dem wunderschönen Auge seiner Verwandten, der Daphniden ausgerüstet und lebt häufig in großen Wassertiefen, und ebenso haben die meisten Tiefseeturbellarien deutliche Augenflecken.

Die Erfahrungen der Fischer sprechen weiter für das Vorhandensein von Licht bis in eine Tiefe von 120—130 m. Man fängt im Zürichsee häufig Felchen mittels einer Angelvorrichtung, der sogenannten Hegene. An feinen Pferdehaaren werden etwa 20 sehr kleine Angeln in die Tiefe gelassen und durch fortwährendes Heben und Senken in Bewegung erhalten. Die Felchen halten die Angelchen für Mückenlarven oder kleine Kruster, und da diese letzteren ihre Hauptnahrung bilden, so ist es möglich, sie auf solche Weise zu ködern. Es ist nun eine längst bekannte Erfahrung des Fischers, daß seine Ausbeute beim Hegenen wesentlich von der Färbung der Einbände jener Angeln abhängt. Die Felchen fangen sich heute z. B. nur an den rot eingebundenen Angelhaken, morgen dagegen ausschließlich an den schwarz gefärbten. Diese Fangweise wird bis in eine Tiefe von 80—130 m betrieben, und es folgt daraus, daß das Licht dort noch ausreicht, um den Fisch Farbenunterschiede erkennen zu lassen. Ähnliche Beobachtungen werden beim Fange des Felchen mit sogen. Schwebnetzen gemacht. Man versteht darunter Netze, welche abends quer über den Züricher See in eine Tiefe von 15—20 m gehängt werden; die in jener Tiefe weidenden Felchen fangen sich in den für sie nachts unsichtbaren Netzmaschen. Die Fischer betreiben diesen Fang aber nur in mondlosen Nächten; bei Mondschein ist die Arbeit immer erfolglos: doch wohl nur

darum, weil selbst Mondlicht in genügender Menge bis zu 20 m Tiefe eindringt, um den Fisch die sehr feinen Fäden des Netzes erkennen zu lassen.

Es ist übrigens in beträchtlicher Tiefe noch Licht genug auch für ein menschliches Auge vorhanden. Im Jahre 1872 versank vor dem Dorfe Meilen im Zürichsee infolge Zusammenstoßes ein Dampfboot; sein Rumpf kam an einen Abhang des Seebodens zu liegen in eine Maximaltiefe von 40 m. Taucher Heß in Zürich wurde mit den für die Hebung des Schiffes nötigen Taucherarbeiten betraut, und um sich von der Möglichkeit, in jener Tiefe arbeiten zu können, zu überzeugen, ist Herr Heß zunächst in der Nähe von Zürich in der Mitte des Sees in eine Tiefe von 45 m hinabgestiegen. 90—100 mal legte er dann in der Zeit vom 17. September bis 19. November 1872, häufig an sehr trüben Tagen, den Weg von der Seeoberfläche bis zum versunkenen Dampfboot zurück. Herr Heß war so freundlich, mir seine Eindrücke in jenen Wassertiefen mitzuteilen. Daß der sehr kräftige Mann in erster Linie über starken Wasserdruck klagte (das Manometer des Taucherapparates zeigte $4^1/_2$ bis 5 Atmosphären), wird niemand wundern! Vom Lichtmangel will aber Herr Heß wenig wissen. Der Seeboden sei auch in der Tiefe von 45 m weiß gefärbt, »als wäre er mit frisch gefallenem Schnee bedeckt« (wörtlicher Ausdruck des Herrn Heß); es sei möglich gewesen, den Schiffskörper zu überblicken, in einer Kajüte das Thermometer abzulesen, eine darin liegende Leiche deutlich zu erkennen. Der weiße Seeboden beweist doch, daß z. B. die roten und gelben Strahlen des Tageslichtes von der 45 m dicken Wasserschicht nicht absorbiert waren, sonst wäre er mit der Komplementärfarbe gefärbt erschienen.

Die Arbeiten von Koch, Schiödte, Rougemont, Fries und anderen beweisen, daß das Wasser von Höhlen, Sodbrunnen etc. öfters die gleichen blinden Tiere enthält, um die es sich in der Seetiefe handelt. Wie leicht ist nun gedenkbar, daß sich z. B. jenes Sodbrunnenwasser einem See mitteilt und so der mitgeschleppte Flohkrebs oder die Assel ständige Seebewohner werden. Ihre Konkurrenz ist am Seegrunde keine übermäßige, sind sie doch die Riesen unter den Schlammbewohnern! Es kann sich darum der Mangel des Sehorganes auch nicht in gleichem Maße fühlbar machen, wie wenn dasselbe Tier in einem Bache Aufenthalt nehmen würde, und so wird die Erblindung viele Generationen hindurch fortdauern.

Ich hatte im Jahre 1880 im Wasser des Universitätsbrunnens in Zürich den blinden *Asellus Forelii* in mehreren Exemplaren gefangen; wenn sich das Abwasser desselben in den Zürichsee ergießen würde (es geht in die rasch fließende Limmat), so würden wir *Asellus Forelii* im Zürichsee ebenso antreffen wie im Vierwaldstätter- oder Genfersee. Jene Assel mag in den Sodbrunnen von Hergiswil (Vierwaldstättersee) häufig sein und, von da herausgepumpt, direkt in jene ruhige Bucht am Fuße des Lopperberges geschwemmt werden, wo wir sie gegenwärtig so häufig finden. Ich werde nicht ermangeln, jene Brunnen gelegentlich auf solche Tiere zu untersuchen.

Meine früher geäußerte Auffassung (Neujahrsblatt der zürcherischen

naturforschenden Gesellschaft 1881, pag. 28), die Asseln und Flohkrebse unserer Seen möchten Überbleibsel der Bewohner des Tertiärmeeres sein, erscheint mir aus den angeführten Gründen nicht mehr haltbar; beide Tiergestalten sind später aus umliegenden Brunnen hinzugekommene Glieder der Tiefenfauna und bilden keineswegs einen ihrer ursprünglichen Bestandteile.

Zürich, im November 1884.

Die fossile Flora arktischer Länder.

Von

Dr. **Robert Keller** (Winterthur).

(Fortsetzung.)

Nach dem Vorgang d'Orbigny's pflegt man die Kreideformation in 5 Unterabteilungen zu gliedern, in Neocom, Gault, Cenoman, Turon und Senon. Ist nun auch in der arktischen Zone diese vollständige Entwickelung der Formation, wie wir sie z. B. in Frankreich, England etc. beobachten, nicht zu treffen, so deuten doch die Versteinerungen auf 3 Glieder hin. Heer nennt sie die Kome-, Atane- und Patootschichten[1].

Die erste dieser drei Schichten ist auf der Nordseite der grönländischen Halbinsel Noursoak entwickelt. Wir beobachten dort (z. B. in Ekorgfat, einer der wichtigeren fossilienführenden Lokalitäten) folgende Lagerungsverhältnisse. Unmittelbar auf dem Gneiß liegt:

1. Ein etwa 60 Fuß mächtiges Sandsteinlager ohne Versteinerungen.
2. Schwarzer Schiefer mit Sandstein und Kohlenbänder (von 30 Fuß), dazwischen dünne Lagen von Tannennadeln (*Pinus Crameri*).
3. Harter, roter und weißer Sandstein (300 Fuß).
4. Roter Sandstein mit Schieferbändern (30 Fuß).
5. Harter grauer Sandstein, der runde Steinknollen und Kohlenschmitze einschließt (100 Fuß).
6. Alternierende Lager von Sandstein und Schiefer mit Pflanzenresten (100 Fuß); der Schiefer ist teils weich und grauschwarz wie der von Kome, teils aber hellerfarben, grau, sehr brüchig und in dünne Platten sich spaltend.

---

[1] Die Kreideflora der arktischen Zone beschreibt Heer in Band III der Flora foss. arct., ferner in Beiträge zur fossilen Flora Spitzbergens, B. IV. d. Fl. f. a., Nachträge zur fossilen Flora Grönlands B. VI. 1. Abt.; Fossile Flora Grönlands Bd. VI. 2. Abt. u. Bd. VII. d. Fl. f. a. Die Lagerungsverhältnisse bespricht K. J. V. Steenstrup im VII. Bd. d. Fl. f. a. ausführlicher.

7. Schwarzer und grausandiger Schiefer mit Sandsteinadern (300 Fuß).
8. Gelber Sandstein mit grauem Schiefer und Kohlenresten (500 Fuß).
9. Basalt.

Die 88 Pflanzenspezies der Komeschichten stammen von sechs Fundorten, von Kome, Kaersuarsuk, Pagtorfik, Kaersut, Slibestensfield und Ekorgfat. Wir stellen wieder eine systematische Übersicht der spezielleren Betrachtung dieser urgonischen Pflanzen voran.

Ordnungen.	Summa.	Kome.	Kaersu-arsuk.	Pagtorfik.	Kaersut.	Slibestens-field.	Ekorgfat.
1. Filices	42	21	5	17	7	20	8
2. Rhizocarpeae . . .	1	—	—	—	—	—	1
3. Selagines	1	—	—	—	—	1	—
4. Calamarieae . . .	3	1	1	1	1	3	1
5. Cycadeae	10	4	—	—	—	3	7
6. Coniferae	21	9	5	11	3	14	15
Taxineae	6	—	—	—	—	—	—
Cupressineae . .	3	—	—	—	—	—	—
Taxodieae . . .	7	—	—	—	—	—	—
Abietineae . . .	5	—	—	—	—	—	—
7. Glumaceae	3	1	—	2	—	—	—
8. Coronarieae . . .	2	1	—	—	—	2	1
9. Amentaceae . . .	1	—	—	1	—	—	—
10. Incertae sedis . . .	3	1	—	—	1	1	—
	87	38	11	32	42	44	33

Ähnliche Schiefer, wie sie an der Nordküste von Noursoak gefunden wurden, treten zu beiden Seiten des Waigat, im Süden der Halbinsel und an der Ostküste von Disko auf. Nordenskjöld teilt ein Profil von Atanekerdluk mit, das in ähnlicher Form in Atane am Waigat und andern Fundorten von Kreidepflanzen wieder beobachtet wird. Von unten nach oben folgen sich:

»1. Basalt, ähnlich dem Hyperit Spitzbergens.
2. Sandiger, glimmerhaltender Schiefer.
3. 300 Fuß über dem Meer ein schwarzer Schiefer, welcher die Kreidepflanzen führt.
4. Sandstein.
5. Basaltlager.
6. Sandstein und Sand, hier und da von Schieferbändern durchzogen, in großer Mächtigkeit; einige Basaltgänge haben die Sandmasse durchbrochen.
7. Bei 1200 Fuß ü. M. beginnen die eisenhaltigen Gesteine, welche eine reiche miocene Flora einschließen. Aufrechte Baumstämme, deren Wurzeln sich in einem Thonbett ausbreiten, beweisen, daß die Bäume hier gewachsen sein müssen.

8. Darauf folgen Sand, Basalt, Sand und wieder etwa 2000 Fuß mächtig ein Basaltlager.«

Die Pflanzen, welche HEER mit dem Namen »Flora der Atane-Schicht« zusammenfaßt — sie gehören der oberen Kreide an — stammen von 17 Fundorten zu beiden Seiten des Waigat. Es sind 177 Spezies und sie verteilen sich auf 47 Familien.

Bei Patoot endlich treten geologische Bildungen auf, welche der obersten Kreide angehören. »Patoot nennt man die großen Klüfte, welche zwischen Kugsinersuak und Manek (an der Südküste von Noursoak) am Fuße der ca. 5800 Fuß hohen Trappfelsen die kohlenführenden Bildungen durchschneiden.« Bis 500 Fuß ü. M. findet man grauschwarze Schiefer und Sandsteine, die spärliche Pflanzeneinschlüsse (zur oberen Kreide gehörig) einschließen. Darauf folgen kieselhaltige, harte, gut spaltbare Thonmassen. Dieses Gestein, das bis zu einer Höhe von 2050 Fuß ü. M. reicht, enthält eine sehr reiche Flora, »die Flora der Patootschichten«. 116 Spezies bilden sie, und diese Arten repräsentieren 39 Familien.

In nebenstehender Übersicht stellen wir die Ordnungen der Kreideflora (exkl. Komeschichte) Grönlands zusammen.

Ein flüchtiger Blick auf die Tabellen überzeugt uns, daß wir in diesen beiden Floren, der Unterkreide- und der Oberkreideflora der arktischen Zone, den tiefgreifendsten Unterschieden begegnen, Unterschieden, die vom phytologischen Standpunkt aus auf eine ungleich größere Analogie zwischen der unteren Kreide und dem Jura als zwischen der oberen und unteren Kreide hinweisen. Das Landschaftsbild des Urgon weicht in seinem gesamten Charakter nicht sehr wesentlich von der Physiognomie einer Juralandschaft ab. Ähnlich wie zur Jurazeit bilden die Koniferen den Hauptbestand des Urgonurwaldes. Doch sind es nicht mehr die zu den Taxineen gehörigen *Gingko*- und *Baiera*-Arten, welche durch ihre Häufigkeit und außerordentliche Mannigfaltigkeit den phytologischen Charakter der Landschaft bestimmen. Die Pinien, Föhren und Tannen, vor allem *P. Crameri* bildeten wenigstens in K o m e und E k o r g f a t den weit überwiegenden Teil des Waldes. Ja sie finden sich in solchen Massen, daß ihre Nadeln recht eigentlich Schichten bilden. In beiden Fällen sehen wir uns wohl in den Fundstellen an die Ufer eines Sees inmitten eines Pinienwaldes versetzt, in welchem die durch Bäche zugeführten Schlammmassen die zahllosen Nadeln bedeckten, die von den uferumsäumenden Bäumen ins Wasser fielen oder die der Wind ins Wasser trug. So wird denn der ganze Wald nicht mehr jenen fremdartigen Charakter des Gingkowaldes an sich getragen haben. Indem die Gattungen sich mehr und mehr den lebenden nähern, beginnt die Physiognomie der Landschaft sich mit dem Charakter heutiger Landschaften in Einklang zu setzen. Einen nicht minder hervorragenden Anteil an der Bildung des Urwaldes nahmen die Mammutbäume, die Sequoien, die heute noch in zwei Arten, jenen Riesen unter den Pflanzen, die bis zu 100 m und höher sich erheben, in Kalifornien erhalten sind.

Es mag uns überraschen, in einer verhältnismäßig großen Artenzahl den Cykadeen zu begegnen, da wir aus früheren Tabellen den Ein-

Ordnungen.	Ataneschichten.					Patootschichten.
	Summa.	Atanekerdluk.	Upernivik.	Igdlokunguak.	Kidlusot.	
Fungi	3	3	—	—	—	1
Filices	31	15	3	10	7	19
Rhizocarpeae	1	1	—	—	—	—
Selagines	1	1	—	—	—	—
Calamarieae	1	1	1	—	—	1
Cycadaceae	8	5	2	—	—	—
Coniferae	27	14	8	5	2	18
Glumaceae	1	1	—	—	—	1
Coronarieae	2	—	—	—	—	2
Helobiae	2	1	1	—	—	—
Spadiciflorae	1	1	—	—	—	1
Rhizantheae	1	1	—	—	—	1
Scitamineae	1	1	—	—	—	—
Amentaceae	23	16	1	7	3	24
Proteaceae	7	4	—	4	2	6
Oleraceae	1	—	—	1	—	—
Bicornes	4	3	—	2	1	—
Styracinae	2	2	—	—	—	5
Myrsineae	1	1	—	—	1	—
Contortae	1	—	—	1	—	1
Umbelliflorae	9	6	—	2	2	6
Polycarpiceae	9	5	—	4	2	4
Hydropeltideae	1	—	—	1	—	—
Diandrae	—	—	—	—	—	1
Aggregatae	—	—	—	—	—	3
Myrtiflorae	4	3	—	2	1	—
Columniferae	3	2	—	1	—	1
Acera	2	1	1	—	—	3
Frangulaceae	4	3	—	—	1	10
Therebinthinae	2	1	—	1	—	—
Leguminosae	17	13	—	2	1	5
Rosiflorae	—	—	—	—	—	2
Incertae sedis	7	6	—	—	—	3
Summa	177	—	—	—	—	118

druck gewannen, daß es mit der Zeit der Cykadeen im hohen Norden vorüber sei, da sie wohl unter dem Einfluß der stärker sich markierenden

klimatischen Differenzierung ihr nördliches Verbreitungsgebiet mit südlicher gelegenen Zonen vertauschten. Während uns die Spitzbergerflora des braunen Jura nur sechs Cykadeen zeigt, treffen wir nunmehr in Grönland zwischen dem 70°—71° n. B. noch zehn Arten, vor allen der Gattung *Zamites*. Sie gehören zwar im ganzen zu den seltenen Pflanzen, aber immerhin kommt z. B. dem *Zamites speciosus* Heer eine ziemliche Verbreitung zu und in Kome und Ekorgfat ist er sehr häufig. Doch hat man, wenn wir den Anteil bestimmen wollen, den eine Pflanzengattung oder -gruppe an der Bestimmung der landschaftlichen Physiognomie nahm, nicht sowohl die absolute als vielmehr die relative Artenzahl ins Auge zu fassen zugleich mit der Häufigkeit der einzelnen Arten. Während aber jene 6 Arten des braunen Jura Spitzbergens 20 % der gesamten bekannt gewordenen Flora jener Zeit ausmachen, repräsentieren die 10 Spezies nur 11,5 % der gesamten unteren Kreideflora Grönlands.

Noch in höherem Grade als das Vorkommen der Cykadeen überrascht uns der große Anteil, den die Filicines an dem Pflanzenkleid der damaligen Zeit nehmen. Repräsentieren doch die 42 Spezies nahezu die Hälfte der gesamten Komeflora. Fast unwillkürlich drängt sich uns die Frage auf: Stellt diese Flora der Komeschichten nicht vielleicht eine reine Lokalflora vor, die uns nicht berechtigt, ihren Charakter als den der Landflora der unteren Kreide überhaupt aufzufassen? Die Frage ist durch Vergleichungen zu beantworten. Doch eine vollständig befriedigende Lösung kann uns auch eine Vergleichung mit gleichalterigen Floren nicht immer geben. Denn wenn schon zur Jurazeit, wie wir früher nachwiesen, mehr oder weniger scharf ausgeprägte Florenreiche existierten, dann werden diese zur Kreidezeit aller Wahrscheinlichkeit nach noch schärfer ausgeprägt gewesen sein. Sobald wir also geographisch weit von einander abgelegene Gebiete vergleichen, müssen wir weitergehende Unterschiede erwarten. Wenn näher gelegene Gebiete, z. B. Spitzbergen, eine gleichalterige Flora aufweisen, werden wir erst sagen können, ob die Komeflora eine bloße Lokalflora ist, wie wir heute etwa innerhalb eines Florengebietes von einer Wald-, oder Moorflora etc. reden, oder ob sie den Charakter eines Florenreiches repräsentiert.

Nordenskjöld hat in der That in Spitzbergen nahe am Kap Staratschin fossile Pflanzen entdeckt, welche durch ein mächtiges thoniges Sandsteinlager von den Miocänschiefern getrennt sind. Trotz der petrographischen Verschiedenheit der Ablagerung hält er sie für zeitlich übereinstimmend mit den Komeschichten. Heer teilt die dortigen Pflanzen folgenden Abteilungen zu[1]:

Farne	5	Spezies.
Equisetaceen . .	1	,,
Coniferae . . .	9	,,
Monokotyledonen .	1	,,

Die Filices bilden also in der Spitzberger Kreideflora nur 31 % der gesamten Flora, etwas weniger also als zur Zeit des braunen Jura.

[1] Heer, Die Kreideflora der arktischen Zone. Bd. III d. Fl. f. a. pag. 222 u. f.

Die Koniferen dagegen zeigen ein ähnliches starkes Hervortreten wie in den Komeschichten Grönlands die Farne. Nun macht schon HEER darauf aufmerksam, daß diese Spitzbergerflora wohl nicht mit völliger Berechtigung in die gleiche Periode gestellt werde wie die Komeschichten. Den Beweis ergibt folgende Tabelle:

	Kome-schichten	Atane-schichten	Patoot-schichten
Von den Farnen Spitzbergens finden sich in den	3	—	—
Von den Coniferae Spitzbergens finden sich in den	3	5	2

Von den 6 mit der Komeschicht gemeinsamen Pflanzen finden sich auch 2 in der Ataneschicht. So deuten also die Beziehungen der Spitzberger zur grönländischen Kreideflora an, daß jene Pflanzenüberreste vom Kap Staratschin älter als die Atane-, dagegen jünger als die Komeschichten sind, dann können wir natürlich aus ihnen nicht auf den allgemeinen Charakter der unteren Kreideflora des hohen Nordens schließen.

Gleichalterig mit den Komeschichten ist nach allgemeiner Annahme die von SCHENK beschriebene Flora der Wernsdorfer Schichten[1]. Sie besteht aus:

Algae	mit	1	Spezies.
Filices . . .	,,	5	,,
Cykadeen . .	,,	11	,,
Koniferen . .	,,	6	,,
Monokotyledonen	,,	1	,,

Es bilden also die Farne nahezu 14 % dieser Flora. Die große Zahl der Cycadeen (50 % der Gesamtflora), die zwar in den Gattungen (mit Ausnahme von *Cycadites*) mit denen Grönlands übereinstimmen, dagegen in durchweg andern Arten vertreten sind, beweist, daß wir in diesen geologisch gleichalterigen Schichten doch Florenrepräsentanten ganz verschiedener wohl ausgeprägter Florenreiche haben. Wie im Wernsdorfer Florenreich die Cykadeen, so sind im Komeflorenreich die Filices besonders stark entwickelt.

Von besonderem Interesse ist nun das Studium der Filicesarten der Komeschichten. Das starke Übergewicht der Farne wird wesentlich durch die überaus artenreiche Gattung *Gleichenia*, der wir hier zum erstenmal begegnen, bedingt. Sie ist durch 14 Arten vertreten. Nirgend anderswo treffen wir in der Kreideflora eine gleich reiche Entfaltung dieser Gattung und selbst ihr heutiger Formenreichtum kommt der Mannigfaltigkeit der Gattung im Urgon nicht gleich. Denn neben den beiden Typen (subgenera) *Eugleichenia* und *Mertensia*, die gegenwärtig namentlich auf der südlichen Hemisphäre, im südlichen Afrika, in Australien, Tasmanien, Neuseeland und Südamerika zu Hause sind, tritt in der Komeschicht Grönlands noch ein dritter Typus *Didymosorus* auf, »welcher

[1] Dr. A. Schenk, Beiträge zur fossilen Flora, in Palaeontographica 19. Bd. 1. Lieferung.

den Übergang von den Eugleichenien zu den Mertensien vermittelt«. Wie wollen wir diese frappante Vielgestaltigkeit erklären? Liegt nicht die Annahme am nächsten, daß der hohe Norden, daß speziell Grönland das Entwickelungszentrum dieses heute noch artenreichen Genus ist?

Sehr schwach, durch nur sechs Spezies, sind die Angiospermen vertreten. Das *Eolirion primigenium* Schenk ist nur unvollständig erhalten. Die besser erhaltenen Überreste aus der Wernsdorfer Ablagerung stellen ein beblättertes Stammstück dar, »welches der Spitze der Pflanze angehörte und mit den Blättern eine Platte von etwa 10 Quadratfuß einnimmt«. Schenk schreibt über dieselbe: »An einem cylindrischen, etwa 1,5 Zoll dicken, etwas zusammengedrückten Stamm stehen dicht gedrängt in spiraliger Stellung zahlreiche Blätter zum Teil, wie ich glaube, noch in unveränderter Stellung und Richtung aufrecht, andere durch Druck aus ihrer ursprünglichen Richtung gebracht. . . . . Die Blätter sind 1,5—2 Fuß lang, an der Spitze des Stammes zusammengedrängt, spiralig gestellt, breit linear, gegen die Spitze verschmälert, ganzrandig, die Spitze stumpf abgerundet, die Basis stengelumfassend, sitzend. Die Nerven sind gleich stark, parallel. . . . . Unter den Monokotyledonen der Jetztwelt hat sie nur unter den baumartigen Liliaceen und jenen Bromeliaceen ein Analogon, deren Blätter der Mittelnerv fehlt. Der Habitus spricht für die ersteren.«

Doch weder die zierlichen Wedel dieser Gleichenien noch die Sequoien, noch die Pinien, noch die in den feuchten Niederungen mit Schachtelhalmen vergesellschafteten Gräser und Scheingräser noch der Lilienbaum aus den Schleifsteinfelsen erwecken unser Interesse in dem Grade wie einige schwarze Blattreste aus dem Sandstein von Pattorfik, die spärlichen Überreste einiger Blätter der ältesten uns bekannten dikotyledonischen Pflanze, der *Populus primaeva* H. »Der lange dünne Stiel, die Form und Nervation des Blattes sprechen für eine Pappel aus der Gruppe der Lederpappeln, ähnlich der *Populus mutabilis* oder *P. Berggreni*.«

Das Urgon ist der für die Entwickelungstheorie besonders denkwürdige Markstein zwischen der alten und der neuen Erdperiode, denn es ist ja thatsächlich in der überaus vielgestaltigen Entwickelung der Dikotyledonen der wesentlichste phytologische Charakter der jüngeren Erdbildungen gegenüber den älteren zu erkennen.

So ist denn auch das Bild, das uns eine Landschaft der oberen Kreideformation zeigte, denkbar verschieden von dem, was wir bisher sahen. Wohl begegnen wir im Schatten von Nadel- und Laubbäumen Farnen, wohl sind auch die Cykadeen zur Zeit, da die Ataneschichten sich bildeten, selbst im hohen Norden noch nicht verschwunden. Auch von jenen älteren Taxineen, den *Baiera*- und *Gingko*-Arten, sind zu dieser Zeit einige wenige Arten noch erhalten, doch vor allem sind die Sequoien das Nadelholz der Atane- und Patootschichten. Die große Mannigfaltigkeit, den großen Formenreichtum der Pflanzenwelt, durch welchen der mehr oder weniger eintönige Charakter der bisherigen Landschaft durch ein Bild voll reicher Abwechselung ersetzt wird, bedingen die Angiospermen, die in Monokotyledonen, vor allem aber in zahlreichen

Dikotyledonen auftreten. Die Flüsse und Seen, welche uns die Pflanzen der oberen Kreidezeit in Grönland erhalten haben, umkränzten Pappeln, Birken und Erlen. Der schönste Laubwald deckte die Ebene, krönte die Hügel. Viele Eichenarten grünten im Urwald der oberen Kreideformation, wallnußartige Bäume standen mit ihnen untermischt und Platanen, zu ausgedehnten Wäldern vereint, wiegten ihre mächtigen schattenspendenden Kronen in den warmen Lüften. Sassafras, der im Fenchelholzbaum Nordamerikas seinen noch lebenden Vetter hat, Zimmtbäume und *Laurus* grünten und blühten in zahlreichen Arten im hohen Norden unter Breiten, die heute in ewigem Eis erstarrt zur heimischen Stätte mächtiger Gletscher geworden sind. Magnolien und Tulpenbäume entfalteten ihre schönen Blüten und die Stechpalme unserer Wälder begann zur Zeit, da die Ataneschichte sich ablagerte, ihr Dasein. Dichtes Gestrüpp machte den üppigen immergrünen Nadel- und Laubwald zum undurchdringlichen Urwald. Der Weißdorn, das dem Pfaffenkäppchen verwandte *Celastrophyllum* und *Celastrus*, *Rhamnus*, *Zizyphus* u. s. f. sind das Gestrüpp im damaligen Wald. Epheu umrankte die Bäume. In den Bächen und Seen längs der Ufer gedeiht das Schilf (*Arundo*), reift die Blütenähre des Laichkrautes, der Igelkolben. Und zwischen Schilf und Laichkraut und auch draußen auf der ruhigen Fläche des verborgenen Sees blühte die Lotosblume der Kreidezeit, das *Nelumbium arcticum*.

Schon diese knappe Skizze, auf die wir uns beschränken, zeigt uns, daß wir in einer Zeit stehen, da das Morgenrot der Neuzeit nicht erst anbrach, sondern bereits verglüht war. Sind wir doch sozusagen mit einem Schlage nicht in die werdende, sondern in eine bereits stark entfaltete Dikotyledonenflora versetzt. Welche bedeutende Verschiebung der Schwerpunkt der Floren erfahren hat, zeigen nachstehende Zahlen.

Von den 177 Arten der Ataneschichten sind

Kryptogamen . . .	37	Spezies	oder	20,9 %
Gymnospermen . .	35	„	„	19,7 „
Monokotyledonen . .	8	„	„	4,5 „
Dikotyledonen . . .	97	„	„	54,8 „

Von den 118 Arten der Patootschichten sind

Kryptogamen . . .	21	Spezies	oder	17,7 %
Gymnospermen . .	18	„	„	15,3 „
Monokotyledonen . .	5	„	„	4,3 „
Dikotyledonen . . .	74	„	„	62,7 „

Von hohem Interesse zur Beurteilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der 5 Kreidefloren Grönlands ist eine Vergleichung der in ihnen zuweilen übereinstimmenden Gattungen und Arten. Auf Grund der Entwickelungstheorie erwarten wir zwischen der Kome- und Ataneflora eine größere Übereinstimmung der Gattungen und namentlich auch der Arten. In ungleich höherem Grade aber wird sich zwischen der Atane- und Patootflora die verwandtschaftliche Beziehung äußern.

Kome hat gemeinsam mit den	Ataneschichten		Patootschichten	
	Gattungen	Arten	Gattungen	Arten
Filices	7	8	8	2
Rhizocarpeae	1	—	—	—
Equisetaceae	1	1	1	1
Coniferae	6	6	4	2
Monokotyledonen	1	—	1	—
	16	15	14	5

Atane hat gemeinsam mit den Patootschichten:

	Gattungen	Arten		Gattungen	Arten
Filices	9	6	Aesculineae .	1	1
Equisetaceae . .	1	1	Frangulineae .	3	—
Coniferae . . .	6	6	Umbelliflorae .	3	1
Monokotyledonen	2	2	Leguminosae .	3	1
Amentaceae . .	4	2	Diospyrineae .	1	1
Urticineae . .	3	3	Contortae . .	1	1
Polycarpiceae . .	5	7			
	30 Genera	27 Spezies		12 Genera	5 Spezies.

Eine speziellere Vergleichung der Atane- und Patootflora mit den Kreidefloren anderer Länder, die zwar für den Paläontologen und Geologen namentlich der Altersbestimmung der Floren wegen von Bedeutung ist, verbietet uns der Raum. Von allgemeinerem Interesse mag eine wenn auch nur knappe Berührung der Frage sein: Mit welchem der heutigen Florengebiete oder -reiche zeigt die Flora der oberen Kreideformation die nächste Übereinstimmung? Die Frage ist natürlich nur approximativer Lösung fähig. Sind es doch nicht gleiche Spezies, deren genetischer Zusammenhang direkt nachweisbar wäre, die wir miteinander vergleichen können. Oft aber finden wir in der gegenwärtigen Flora die gleiche Gattung in sehr verschiedenen Florengebieten durch charakteristisch ausgeprägte Arten vertreten, so daß diese einen nicht unwesentlichen Anteil an der Kennzeichnung der Floren nehmen. Pflanzengattungen gestatten also nicht immer den Schluß auf Florencharaktere, welchen die Spezies zulassen.

So führen uns denn die Dikotyledonengattungen der oberen Kreide Grönlands, von denen 71 % (40 von 56 Genera) auch der lebenden Pflanzenwelt angehören, wirklich nicht in ein Florengebiet oder auch nur Florenreich. Während wir z. B. in *Populus, Betula, Alnus, Quercus, Fraxinus, Viburnum, Hedera, Cornus, Acer, Rhamnus, Crataegus* alten Bekannten begegnen, mit denen uns jeder Spaziergang zusammenführt, versetzen uns *Paliurus, Zizyphus, Rhus, Juglans, Planera, Platanus*, Pflanzen, die zum Teil allerdings zu gewöhnlichen Zierpflanzen unserer Gärten und

Anlagen zählen, nach Osten. Und noch weiter im Osten, in Indien und Japan sind die zur Kreidezeit Grönlands in mehreren Arten repräsentierten *Ficus*, *Cinnamomum* und *Nelumbium* heimisch. *Eucalyptus* und *Metrosideros* hinwieder zählen zur australischen Flora. *Sassafras*, *Diospyros*, *Liriodendron*, *Magnolia* gehören der nordamerikanischen Flora an. Und selbst das tropische Amerika ist durch die Gattungen *Cassia* und *Sterculia* vertreten. Wenn nun auch die Zahl der heute zu unserer, der mitteleuropäischen Flora gehörigen Gattungen eine bedeutende ist, ja gegenüber den andern Genera als wesentlichster oder doch vorherrschender Bestandteil der grönländischen oberen Kreideflora erscheint, so dürfen wir doch daraus nicht etwa den Schluß ziehen, daß wir in der grönländischen Flora das Bild der heutigen mitteleuropäischen Flora vor uns haben. Weisen doch manche Arten dieser bei uns heimischen Gattungen, so die lederpappelartigen *Populus Berggreni*, *P. hyperborea*, *P. stygia*, der *Rhamnus Oerstedi* H., der dem *R. tetragonus* L. vom Kapland entspricht u. s. f., auf die Zugehörigkeit zu ganz anderen Florengebieten in wärmeren Zonen hin. Der Florencharakter der oberen Kreideflora Grönlands ähnelt vielmehr einer Kombination des australasiatischen und nordamerikanischen Florencharakters. Auch die Monokotyledonen- und Gymnospermenflora steht mit dieser Auffassung der Atane- und Patootflora völlig im Einklang. So ist ja *Zingiber*, dessen Analogon *Zingiberites* ist, so ist *Dammara* eine indische Pflanze und die einzige *Gingko* der lebenden Flora ist ja in Japan heimisch. Anderseits bringen wieder die *Sequoia*-Arten den amerikanischen Charakter der Flora zum Ausdruck. Ebenso weisen die Cykadeen, welche wenigstens in der Ataneschicht noch in 3 Genera und Spezies vertreten sind, auf diesen gemischten Charakter hin.

In weitläufige Spekulationen physikalischer Art wollen wir uns hier nicht einlassen. Aber immerhin mag auf das eine hingewiesen sein, daß die Temperaturverhältnisse, wenn sie auch zu Ende der Komezeit und noch während der Atanezeit ungefähr die Indiens waren, von der Atane- bis zur Patootflora eine wesentliche Veränderung erfuhren, eine Verringerung der mittleren Jahrestemperatur, welche die früher so reichlich entwickelten Cykadeen aus diesen nördlichen Regionen vertrieb und eine Reihe Pflanzen werden oder vielleicht auch von der nördlichsten, im eigentlichsten Sinn des Wortes Polargegend einwandern ließ, die subtropischen Wärmeverhältnissen angepaßt sind.

Die größte Mannigfaltigkeit zeigten die hochnordischen Gefilde zweifellos während der Tertiärzeit, sind doch allein aus Grönland 282 Spezies bekannt geworden, nämlich:

I. Thallophyten.		
	Fungi	8 Spezies.
II. Muscineen.		
	Frondosae . . .	1 „
III. Gefäßkryptogamen.		
	Filicinae	19 „
		28 Spezies.

		Übertrag 28 Spezies.
	Lycopodinae	2 ,,
	Equisetaceae	1 ,,
IV. Gymnospermen.		
	Coniferae.	28 ,,
V. Angiospermae.		
a. Monokotyledonen.		
	Helobiae	4 ,,
	Mikranthae	12 ,,
	Corolliflorae	1 ,,
b. Dikotyledonen.		
	Juliflorae	72 ,,
	Monochlamydeae . . .	4 ,,
	Aphanocyclicae	14 ,,
	Tetracyclicae.	
	α. Eleutheropetalae.	
	1. Centrospermae .	1 ,,
	2. Eucyclicae . .	37 ,,
	3. Discophorae . .	10 ,,
	4. Perigynae . . .	29 ,,
	β. Gamopetalae.	
	1. Isocarpeae . .	9 ,,
	2. Anisocarpeae. .	10 ,,
	Incertae sedis	20 ,,
		282 Spezies.

Es besteht also die Tertiärflora Grönlands zu 12 % aus Gefäßkryptogamen, zu 11 % aus Gymnospermen, zu 6 % aus Monokotyledonen und zu 71 % aus Dikotyledonen.

Spitzbergens Tertiärflora ist in 179 Spezies bekannt geworden, nämlich:

I. Thallophyten.		
	Algen	1 Spezies.
	Fungi	3 ,,
II. Muscineen.		
	Frondosae	1 ,,
III. Gefäßkryptogamen.		
	Filicinae	3 ,,
	Equisetaceae	1 ,,
IV. Gymnospermen.		
	Coniferae	35 ,,
	Gnetaceae	1 ,,
V. Monokotyledonen.		
	Mikranthae	28 ,,
	Corolliflorae	4 ,,
		77 Spezies.

Übertrag	77	Spezies.
VI. Dikotyledonen.		
Juliflorae	25	,,
Monochlamydeae . . .	1	,,
Aphanocyclicae	7	,,
Tetracyclicae.		
α. Eleutheropetalae.		
Centrospermae .	1	,,
Eucyclicae . .	9	,,
Discophorae . .	14	,,
Perigynae . . .	10	,,
β. Gamopetalae.		
Isocarpeae . .	1	,,
Anisocarpeae . .	4	,,
Incertae sedis	24	,,
	173	Spezies.

Folgendes ist also die prozentische Zusammensetzung der Spitzberger Tertiärflora: Kryptogamen 6,4 %, Gymnospermen 25,2 %, Monokotyledonen 25,9 %, Dikotyledonen 46,5 %.

Die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich vorerst nur auf die grönländische Tertiärflora. Von 20 verschiedenen Lokalitäten, die an der Westküste Grönlands liegen, stammen die zahlreichen Funde tertiärer Pflanzen. Wieder ist es die Insel Disko, welche zum Teil an den gleichen Stellen, nur in höheren Horizonten, tertiäre Pflanzen barg, an denen auch Überreste der Kreideflora gefunden wurden. So gehören vor allem die geologischen Ablagerungen auf der Ostküste Diskos der Tertiärformation an, durch welche z. B. bei der Schanze Kreidebildungen überlagert werden. Es führen allerdings diese Tertiärschichten Diskos relativ wenig Versteinerungen. Von hervorragender Wichtigkeit ist die Tertiärformation bei Atanekerdluk, indem ein bedeutender Teil, mehr als die Hälfte sämtlicher Tertiärpflanzen Grönlands ihr entstammen. Auch an der Westküste der Noursoakhalbinsel, ferner auf der Haseninsel westlich von Waigat, dann an der nördlicher gelegenen Svartenhuks- und Igneritshalbinsel finden wir tertiäre Ablagerungen, welche Pflanzen führen.

Wir beschränken uns auf eine speziellere Wiedergabe der interessanten geologischen Verhältnisse des Hauptfundortes bei Atanekerdluk. In einer tiefen Schlucht, die von steilen Felsen begrenzt wird, treten mehrere Kohlenschichten zu Tage. Die vier Hauptschichten liegen nicht einen Kilometer vom Ufer entfernt. Sie sind durch Lehm und Sandstein voneinander geschieden. Zur linken Seite dieser Schlucht erhebt sich ein kegelförmiger Berg bis über 330 m. Nahe seiner Spitze in einer Höhe von etwa 260 m werden merkwürdige Partien von Kohlen gefunden, Baumstämme, die noch in ihrer ursprünglichen aufrechten Stellung unter Sand und Lehm begraben sind. Diese überlagernd fast unmittelbar unter der Spitze des Kegelberges ist ein Lager mit fossilen Blättern und über ihnen liegen noch mehrere Kohlenschichten. Es wechseln also hier die Kohlenlager mit Pflanzen

führenden Felsenschichten. Inglefield gibt in seinem Tagebuch folgende Schilderung des Besuchs dieser in mehrfacher Beziehung interessanten Lokalität[1]: »Da kein Europäer vor und seit Rink die Überreste des versteinerten Waldes gesehen hat, war ein Besuch dieser Stelle von großem Interesse. Wir erreichten sie 1084 Fuß ü. M. nach einer mühsamen Besteigung des von Moskitos umschwärmten Abhangs. Es wurden in verschiedenen Höhen versteinerte Bäume und Holzstücke gefunden, doch keine Blätter, welche über die Natur derselben hätten Auskunft geben können. Endlich waren wir so glücklich, den Ort zu finden, wo große Massen fossiler Blätter abgelagert waren, und fast bei jedem Stück war der Charakter des Blattes klar und schön ausgesprochen. Die Föhre, die Fichte, Buche und andere Bäume, die nicht allein der gemäßigten Zone angehören, waren durch diese Blätter klar angezeigt, die zusammengeweht, wie die Blätter eines englischen Waldes, welche der Herbstwind von den Zweigen gestreift hat. Wir sammelten eine große Anzahl schöner Stücke, bei denen jede Fiber und der gezähnte Rand des Blattes so vollständig erhalten war, als wenn der Wind sie soeben von den Zweigen abgeschüttelt hätte, obwohl diese Zeit wahrscheinlich lange vor die Tage Noah's fällt.« Die Blätter liegen in einem gelblich-grauen, an der Außenfläche braunroten Gestein, das Dr. Wartha derben Eisenspat nennt. Ein sandiges Gestein ist noch reicher an Fossilien. Es ist inwendig hellockergelb und ist reich an weißen Glimmerblättchen und Quarzsplittern. Wartha bezeichnet dieses Gestein, das übrigens seiner chemischen Zusammensetzung nach dem vorigen ähnelt, als kieseligen Limonit. Noch höher oben sind die Blätter in einem braunen Thonmergel eingeschlossen, der der Feinheit seines Kornes wegen zur Erhaltung der Blätter sich vorzüglich eignete. Eigentümlicherweise führt dieser Thonmergel eine Reihe von Pflanzen, die den Sideriten fehlen.

So führt uns also die Expedition auf den Kegelberg von Atanekerdluk, der gegenwärtig auf kurze Zeit nur ein grünes Kleid mit buntem Flor durchwirkt anzieht, den Gletscher umsäumen, die ihre mächtigen Zungen ins Meer senken, mitten in einen Tertiärwald, der nicht nur durch die große Zahl der Arten, die er erschließen ließ, von hoher Bedeutung geworden, dessen wissenschaftlicher Wert vor allem auch in der Art, wie er erhalten ist, liegt. Häufig genug wird die Frage aufgeworfen: Sind die Pflanzen, die in den geologischen Formationen der arktischen Zone gefunden werden und die auf klimatische Verhältnisse hindeuten, welche so wesentlich von denen des hohen Nordens der Gegenwart abweichen, auch dort entstanden, wo wir sie heute finden? Sind sie nicht vielmehr aus fernen Gegenden südlicherer Breiten durch Meeresströmungen in jene nordischen Gefilde getragen worden, wo das angeschwemmte Material von Schlamm bedeckt sich in fossilem Zustand erhielt? Dieser Ansicht wird in erster Linie dadurch gerufen, daß es vielen unbegreiflich erscheint, daß Gegenden, die heute vereist sind, einst die Heimat von baumartigen Farnen, tropischen Cykadeen, von Palmen,

[1] Extract from Private Journ. of Cap. E. A. Inglefield, late of H. M. S. Phönix. July 1854. (Wir citieren nach Heer: Flora foss. arct. Bd. I. pag. 9.)

von Feigen und Zimtbäumen, von *Laurus*, immergrünen Eichen u. s. f. gewesen sein sollen. Daß diese Ansicht übrigens nicht eine kurzweg von der Hand zu weisende, unwissenschaftliche Hypothese ist, wird durch die Thatsache bewiesen, daß Meeresströmungen heute nicht allzu selten Pflanzenüberreste in fernste Gegenden transportieren. Das Holz, das die Bewohner Grönlands sammeln, ist solches Treibholz. In Südgrönland sollen (nach Rink) jährlich etwa 200 Klafter dieses Treibholzes an die Küsten geführt werden, Stammstücke, die eine Länge von nahezu 3—4 m erreichen, seltenen Falles selbst 8—12 m lang sind. Selbst in Nordgrönland ist es eine nicht unerhebliche Menge Treibholz, die alljährlich an die Küsten treibt. Rink schätzt sie auf 20 Klafter. Zumeist, doch nicht ausschließlich, sind es Nadelhölzer, die den Bestand des Treibholzes bilden. Die lange Wasserfahrt dieser vielleicht in Nordamerika, vielleicht in Sibirien gewachsenen Stämme, welche die Flüsse ins Meer trugen, ist nicht spurlos an ihnen vorübergegangen. Alle weicheren, zarteren Teile gingen verloren. Sie sind entlaubt, sie haben keine Früchte, Äste und Zweige sind abgebrochen, der Stamm selbst zerstoßen und zerschunden. Wer möchte zweifeln, wer könnte leugnen, daß nicht auch in früheren Perioden in ähnlicher Weise Stämme trieben? Zweifellos aber erfuhren die damals treibenden Stämme das gleiche Geschick. Die mächtigen Sequoien-, Pappeln- und Eichenstämme wurden zu zertrümmerten Bruchstücken, die längst die Blätter, Blüten und Früchte verloren, bevor sie in den hohen Norden gelangten. So spricht also in erster Linie das massenhafte Vorkommen, wir dürfen, sofern wir die gesamte fossile Flora der arktischen Zone ins Auge fassen, wohl sagen, das überwiegende Vorkommen von Blättern und Früchten dafür, daß wir es in diesen Überresten einer früheren Pflanzenwelt nicht mit einem aus fernen südlichen Zonen zusammengeschwemmten Material zu thun haben. Der Zustand, in dem diese zarten Pflanzenteile erhalten sind, ist vielmehr ein unwiderleglicher Beweis dafür, daß die Blätter und Früchte, daß diese sämtlichen Pflanzenfossilien an den Lokalitäten gewachsen sind, wo wir sie heute finden, oder doch nur eine kurze Strecke weit geschwemmt wurden, wie heute etwa ein Bach Blätter der Sträucher und Bäume, die ihn umgrenzen, dem nahen Seebecken zuführt. Nun ist aber dem Leser doch wohl bekannt, daß z. B. der Golfstrom, also wohl auch andere Meeresströmungen, Früchte transportieren, daß in England, in Norwegen, in Island, auf Spitzbergen gelegentlich Samen, die von Pflanzen ferner Florengebiete herrühren, gefunden werden. Der rühmlichst bekannte Norweger Botaniker Schübeler hat die Samen, welche der Golfstrom an die norwegische Küste schwemmte, seit langer Zeit gesammelt und doch nur Samen von vier Gattungen erbeutet. Am häufigsten findet man den Samen von *Entada gigalobium.* Und daß auch dieser nicht häufig ist, geht wohl am besten daraus hervor, daß ihm bei den nordischen Völkern Heilkräfte zugeschrieben werden, ähnlich wie bei uns das Volk früher den »Drachensteinen« (Meteorsteinen) seltene Kräfte zuschrieb. Nicht das Gewöhnliche, das Alltägliche, sondern nur das Seltene, dessen Herkunft für den Menschen besonders rätselhaft ist, umgibt er mit solchem Nimbus. Seltener noch als die *Entada*-Samen wird der

Samen von *Guilandina* und *Mucuna* gefunden. Ein kastaniengroßer Samen ist nicht näher bestimmt worden. Alle diese Samen haben eine dicke Schale, die vor Verwesung während langer Zeit schützt. Und nun werfe man einen Blick auf die zarten Träubchen von *Pilotopsis*, die Samen von *Sparganium valdense*, auf die geflügelten Samen von *Betula Forchhammeri* und *persica*, von Ahornarten, deren Flügel fast vollkommen unversehrt sind, auf die Blütenkätzchen von *Myrica* u. s. f., die in ganz verschiedenen Schichten in Grönland sich finden, und man wird sofort den Gedanken von sich weisen, daß wir in diesen Pflanzenüberresten eine aus südlicheren Zonen zusammengeschwemmte Masse haben.

Das Fehlen jeglicher Meerestiere in den Lagern von Atanekerdluk spricht deutlich dafür, daß wir hier eine Süßwasserbildung vor uns sehen. Der versteinerte Wald stand wohl an den Ufern eines Sees und wurde von einem Fluß durchströmt. Vielleicht im Zusammenhang mit vulkanischen Erscheinungen — daß vulkanische Ereignisse in die Zeit dieser Ablagerung fallen, dafür sprechen die Basaltgänge in der Kluft — fand eine plötzliche, wenn auch unbedeutende Senkung der Ufer statt, so daß der Spiegel des Sees die Niederungen deckte, das Wasser die Ufer überflutete, das noch vor kurzem Sequoien, Taxodien und Pappeln kleideten, und der Fluß mit Schlamm und Sand die Stämme deckte, die uns in Trümmern erhalten sind. Vielleicht auch entstammen die Erdmassen, in denen der Atanekerdlukwald begraben und verkohlt ist, einer Schlammeruption.

In was für einem Verhältnis steht nun die grönländische Tertiärflora zur Kreideflora des Landes? Die auffallend große Zahl der Dikotyledonen bedingt natürlich, daß die Zahl der mit der Kreideflora der Atane- und Patootschichten übereinstimmenden Gattungen eine relativ beschränkte sein wird. Von den 106 Genera der Atane- und Patootflora kehren im Tertiär Grönlands 57 wieder, d. h. die Tertiärflora Grönlands hat etwas mehr als die Hälfte ihrer Genera (deren Zahl 111 beträgt) mit der oberen Kreide gemein. Frappanter wird das Bild der gegenseitigen Beziehungen, wenn wir nur die Dikotyledonen zum Vergleich heranziehen. In der Atane- und Patootflora finden wir zusammen 56 zu den Dikotyledonen gehörige Genera. 39 derselben, d. h. 70 % finden wir in der grönländischen Tertiärflora. Da wir in dieser 67 Gattungen treffen, begegnen wir also 58 % der tertiären Genera schon in der Kreide. Auch einige Gattungen, die nicht in der oberen Kreide vorkommen, sondern nur aus der Komeschicht bekannt sind, kehren in der Tertiärflora wieder, unserem Dafürhalten nach ein Beweis, daß diese Gattungen wohl der oberen Kreide nicht fehlten, sondern nur als Fossilien nicht erhalten oder doch nicht bekannt sind. Hierher gehören *Sphenopteris*, eine artenreiche Farngattung der unteren Kreide, *Torreya*, eine eibenartige Pflanze, ferner die Glumaceae *Poacites* und *Cyperacites*.

Aus dem dargelegten Verhältnis der Gattungsgleichheit dürfen wir natürlich nicht zugleich auf die Analogie des Florencharakters der Tertiärzeit Grönlands mit dem der oberen Kreide schließen. Gleichheit zahlreicher Gattungen kann ja, wie uns die Florenverhältnisse der Gegenwart lehren, mit bedeutender Verschiedenheit der floristischen Phy-

siognomie der Landschaft zusammenfallen. Solche Verschiedenheiten waren in erster Linie dadurch bedingt, daß die gleichen Pflanzengruppen in sehr verschiedener Artenzahl auftreten. In ganz schlagender Weise zeigt sich diese Differenz, wenn wir die in beiden Zeitaltern relativ reich vertretene Subklasse der Juliflorae miteinander vergleichen. Nicht weniger als 27,5 % der gesamten grönländischen Tertiärflora (wir sehen dabei von den 20 Spezies, deren systematische Stellung nicht bekannt ist, ab) bestand aus diesen teils baumartigen teils strauchartigen Pflanzen. Noch in überzeugenderer Weise erkennen wir den großen Anteil, den die Julifloren an der Bestimmung des floristischen Habitus nahmen, wenn wir nur die Dikotyledonen in Betracht ziehen. Dann sehen wir, daß die Hälfte sämtlicher Dikotyledonen, 92 von 186, dieser einen Subklasse zuzuzählen ist. Drei Viertel der Juliflorae werden durch die Amentaceae gebildet, die durch die Familien der Weiden (12), Birken (5), Myricaceen (9) und Cupuliferae (26) repräsentiert ist.

In der Kreidezeit sind zwar die Julifloren auch sehr artenreich. Doch machen sie nur 15 % der gesamten oberen Kreideflora aus (Atane- und Patootflora) und bei ausschließlicher Berücksichtigung der Dikotyledonen 27 %. Darin aber stimmen die Beziehungen in den beiden verschiedenen geologischen Perioden miteinander überein, daß auch zur Zeit der oberen Kreide $^3/_4$ der Subklasse durch die Ordnung der Amentaceen gebildet werden. Ähnliche Resultate gibt ein Vergleich anderer Gruppen. Die beiden Ordnungen der Aesculinae und Frangulinae (sie gehören zur Abteilung der Eucyclicae) sind in der oberen Kreide durch 18 Spezies vertreten, im Tertiär aber treten sie in 28 Arten auf.

Doch selbst eine solche Verschiedenheit der Artenzahl gleicher Gruppen reichte wohl nicht immer zu einer wesentlichen Änderung des Florencharakters hin, wenn nicht die Spezies, durch welche einzelne Genera repräsentiert sind, in ganz andern Typen vertreten wären. Der Nadelwald dürfte, wenn wir vom Gestrüpp, dem Unterholz ganz absehen, in der Tertiärzeit deshalb ein etwas anderes Aussehen dargeboten haben, weil die *Sequoia Langsdorfii* Br. (und das *Taxodium distichum miocaenum* Hr.) weitaus die häufigsten Koniferen waren. Jene vertrat die Stelle der *Sequoia concinna* H., des häufigsten Nadelholzes der Patootschicht. Während aber bei dieser Spezies sich die Blätter den Zweigen fast anlegen, einander also fast dachziegelartig decken, gehen bei jener tertiären Art die ziemlich breiten Nadeln wie bei der Weißtanne scheinbar zweizeilig ab, so daß sie in einer Ebene liegen.

Prüfen wir die grönländische Tertiärflora auf die in größter Individuenzahl vertretenen Dikotyledonenspezies, so begegnen wir folgenden Arten, die Heer als häufig oder verbreitet bezeichnet:

Populus Richardsoni Hr., in Nordgrönland stark verbreitet.
„ *arctica* in sieben Formen.
Alnus Kefersteini Scop. Ligneritfiord, häufig.
Carpinus grandis, Haseninsel, zahlreich.
Quercus Olafseni H., Atanekerdluk, ziemlich häufig.
„ *grönlandica* Hr., zahlreich in Ober-Atanekerdluk.
Macclintockia Lyellii Hr.

Platanus marginata Lesq., Unartok, zahlreich.
Juglans Heerii, Atanekerdluk, häufig.
Laurus primigenius ,, ,,
Andromeda protogena Ung., häufig in Pailasok.
Fraxinus macrophylla Hr., Haseninsel, nicht selten.

Wenn auch nicht gerade besonders häufig, d. h. an einem Fundort durch besonders zahlreiche Individuen vertreten, so doch verbreitet, von vielen verschiedenen Fundorten in einzelnen Überresten bekannt sind:

Corylus M'Quarrii Forb.	von	10	Fundorten.
Fagus Deucalionis Ung.	,,	7	,,
Quercus platania Hr.	,,	5	,,
Planera Ungeri Ett.	,,	5	,,
Platanus Guillelmae Goepp.	,,	9	,,
Diospyros brachysepala Al. Br.	,,	5	,,
Hedera M'Clurii Hr.	,,	6	,,
Magnolia Inglefieldi Hr.	,,	6	,,
Paliurus Colombi Hr.	,,	5	,,

Zweifellos bot also der tertiäre Wald Grönlands nicht nur einen prächtigen, in seinem allgemeinen Charakter einem üppigen Wald eines Landes aus dem südlicheren Teil der gemäßigten Zone entsprechenden, sondern auch einen mannigfaltigen Eindruck dar.

So interessant eine Vergleichung der grönländischen Tertiärflora mit andern gleichalterigen Floren auch sein mag, wir müssen uns auf einige wenige Gebiete beschränken.

Die erste Frage, die sich uns aufdrängt, ist die: Boten andere arktische Gebiete ein ähnliches Vegetationsbild dar wie Grönland?

Aus einer früheren Tabelle ist ersichtlich, daß Spitzbergen 179 Arten tertiärer Pflanzen aufweist. Zwei Fiorde an der Westküste sind die Hauptfundstätten. Ein grauer Sandstein, der schweizerischen Molasse vergleichbar, schließt zum Teil bedeutend mächtige Braunkohlenlager und zahlreiche Pflanzenreste ein. Die eine Fundstätte ist am Kap Staratschin (78⁰ n. B.), die andere an der Kingsbai (79⁰ n. B.).

44 Spezies haben die beiden Floren, die grönländische und die spitzbergische gemein, nämlich:

Fungi	1	Aphanocyclicae	2
Filices	2	Eucyclicae	4
Coniferae	8	Discophorae	5
Mikranthae	2	Perigynae	2
Corolliflorae	1	Isocarpeae	1
Juliflorae	14	Anisocarpeae	2

Wir sind also wohl berechtigt, da nur 25 % der Spitzbergerflora mit der grönländischen übereinstimmen, sie als ein eigenes Florengebiet zu erklären.

Die zahlreichen Seggen, Riedgräser und das Schilfrohr versetzen uns an das moorige Ufer eines Süßwassersees, in dessen Wassern Najas und Igelkolben lebten, auf dessen Fläche die Blätter von Laichkraut schwammen, die Seerosen blühten. Und zwischen dem uferumsäumenden

Schilf entfalteten Schwertlilien und *Calamus* ihre Blüten. Auch zahlreiche Holzgewächse deuten auf die gleiche Bodenbeschaffenheit. Im moorigen Grunde grünten die Weimutskiefern, die Pappeln, Birken und Erlen, vor allem aber die Sumpfcypresse, die heute in nordamerikanischen Gebieten ähnliche Lokalitäten bewohnt. Andere Bäume vegetierten wohl auf den Hügeln, die den See umkränzten. Denn die meisten Pinien, die Platanen, Linden, Eichen, Buchen, Mehlbeerbäume und Nußbäume verlangen einen trockenen Standort. Daß sie nicht unmittelbar den Seespiegel umsäumten, schließt Heer aus dem Fehlen von Blüten und Früchten. Die Blätter wehte der herbstliche Wind in den See, wo sie von den Sedimenten begraben wurden.

In überraschender Vielgestaltigkeit tritt uns namentlich die Gattung *Pinus* entgegen und zwei Spezies sind es vor allem, denen wir unser ganzes Interesse zuwenden, die Rottanne *Pinus Abies* L. und unsere Bergföhre *P. montana* Mill. Vor vielen Jahrtausenden also sind diese beiden Arten, welche heute die ausgedehnten Wälder unserer Ebenen, die Hänge der Berge und Alpen schmücken, im höchsten Norden entstanden. Es sind spezifische Spitzbergerpflanzen, die uns weder aus dem Miocän Grönlands noch des übrigen Europa bekannt sind. Erst als das milde Klima allmählich schwand, drangen sie beide von ihrer nördlichen Geburtsstätte aus nach Süden vor und nahmen den Platz der *P. Laricio*, die heute im südlichen Europa heimisch ist, ein. Zu Ende der Tertiärzeit, vielleicht auch in der Diluvialzeit vollzog sich diese Wanderung. Daß sie zur Diluvialzeit in der Schweiz heimisch waren, daß auch *P. montana* Mill. den Wäldern der Ebene angehörte, verrät ihr Vorkommen in den diluvialen Schieferkohlen (Utznach, Dürnten etc.). Und noch zur Zeit, da die Pfahlbauer auf ihren Wasserdörfern ein beschauliches Dasein führten, deckte mit der Rottanne die Bergföhre die Ebene. Später zog sie sich in die Berge zurück, die Rottanne aber bleibt unser Hauptnadelholz.

Keine *Gingko*, keine Palmen (*Flabellaria*), keine *Castanea*, *Ficus*, *Liriodendron* und *Ilex*, keine *Zizyphus*, keine *Sassafras*, *Benzoin* noch *Laurus* grünten auf dem Spitzberger Festland. So ist also der ganze Charakter der Spitzbergerflora von dem der grönländischen verschieden. Die physikalischen Bedingungen, die sie voraussetzt, sind die der Flora nördlich der Alpen. Es mag zwischen dem nördlichen Spitzbergen und Grönland ungefähr die gleiche klimatische Differenz bestanden haben, wie wir sie heute z. B. zwischen der Gegend von Nizza und dem Schwarzwald beobachten.

Zum Vergleich mit einem mitteleuropäischen tertiären Florengebiet wählen wir die Schweiz[1].

54 Spezies der grönländischen Tertiärflora kehren in der gleichalterigen Schweizerflora wieder. Es sind das 19 % der grönländischen oder 6 % der schweizerischen Tertiärflora. Diese großen Verschiedenheiten der Spezies lassen auf eine wesentliche floristische Differenz beider Gebiete schließen, ein Schluß, der uns ganz besonders auch durch die Vergleichung der Genera gerechtfertigt erscheint. Die grönländische

---

[1] Heer, Flora tertiaria Helvetiae, III. Bd. pag. 351—368.

Tertiärflora umfaßt 113 Genera: 17 Kryptogamen, 11 Gymnospermen, 13 Monokotyledonen und 71 Dikotyledonen. 8 Kryptogamengenera, also fast 50 %, kehren auch in der schweizerischen Tertiärflora wieder. Diese 8 Gattungen machen nahezu 25 % der schweizerischen Tertiärkryptogamengenera (33) aus. 50 % der grönländischen Gymnospermen kommen auch in der Schweiz vor und machen etwas mehr als 50 % der dortigen Gymnospermengenera (11) aus. 10 der 13 Monokotyledonengattungen Grönlands d. i. 77 % treffen wir auch in der gleichalterigen Schweizerflora. Sie machen etwas mehr als 1/4 (28 %) der schweizerischen Gymnospermengattungen (36) aus. Die größte absolute Übereinstimmung zeigen die beiden Floren in den Dikotyledonengenera, indem 56 der grönländischen auch in der Schweiz wiederkehren. Es sind das fast 80 % der Grönländerdikotyledonen, doch bilden sie nur wenig mehr als 1/3 der Schweizerdikotyledonen.

Daß zwischen beiden Florengebieten, dem grönländischen und dem helvetischen, Übergangsgebiete bestanden, scheint uns das nachfolgende Zahlenverhältnis anzudeuten. 115 von den 282 Spezies, d. h. 41 % der grönländischen Tertiärpflanzen, sind uns aus dem Tertiär Europas bekannt.

Setzen wir nach einer andern Seite hin unsere Vergleichung fort und fragen uns: Zeigt auch die gleichalterige Flora des amerikanischen Kontinentes arktische, speziell grönländische Pflanzen?

Heer hat im VI. Bd. der Flora foss. arct. nordkanadische Tertiärpflanzen aus dem Miocän zusammengestellt. Es stammen dieselben aus einem Thon, der zwischen mehreren Kohlenlagern am Ufer des Bärenseeflusses liegt, aus einer Breite von 65° n., etwa 70° westlich von Grönland. Es sind nur 23 Spezies, die diese Florula bilden. 13 dieser Spezies sind auch in Grönland gefunden worden. 6 davon kommen gleichzeitig auch in Europa vor. 14 Spezies aus Nordkanada gehören auch der Spitzbergerflora an und 10 davon sind Arten, die auch in Grönland heimisch sind.

Etwa 100° westlich von Grönland in Alaska sind ebenfalls Tertiärpflanzen gefunden worden, die Heer beschrieben hat. (II. Bd. d. Fl. f. arct.) Er erwähnt aus dieser Gegend 56 Arten, die teils aus einem grauschwarzen Schiefer, teils aus Mergel stammen. »Sie bilden eine schwarze oder schwarzbraune Kohlenrinde auf dem hellgrauen Gestein und lassen zuweilen das feinste Geäder erkennen. Marine Pflanzen und Tiere fehlen gänzlich; die häufigste Pflanze ist eine Süßwasserpflanze, eine Wassernuß (*Trapa borealis*) etc.«

22 Spezies aus dem »Alaska territory«, d. h. nahezu 40 % der gesamten Flora stimmen mit grönländischen Spezies überein. 15 Spezies der Alaskanischen Flora kommen auch in Spitzbergen vor.

Die Gesamtzahl der Arten, welche Grönland mit dem nordamerikanischen Miocän gemein hat, beträgt 57, also etwa 20 % der sämtlichen grönländischen und 13,5 % der amerikanischen Miocänpflanzen.

Wie ist diese teilweise Übereinstimmung der grönländischen Miocänflora mit der gleichalterigen europäischen und amerikanischen Flora zu erklären? Die einfachste Erklärung wird die sein, daß von Grönland, dem Schöpfungszentrum aus, eine strahlenartige Verbreitung der Flora

statthatte. Diese Ansicht wird um so wahrscheinlicher, als auch aus Asien grönländische Miocänpflanzen bekannt sind. Vor allem aber wird sie dadurch gestützt, daß viele jener grönländischen Pflanzen, die in Amerika gefunden wurden. auch unter jenen getroffen werden, die Grönland und Europa miteinander gemein haben. Es sind dies folgende 38 Spezies, deren »Schöpfungszentrum« fast mit Sicherheit nach Grönland verlegt werden darf:

Onoclea sensibilis L.
Taxodium distichum miocenum Hr.
Glyptostrobus Ungeri H.
„ *europaeus* Br.
Sequoia Langsdorfii Brgn.
„ *brevifolia* Hr.
Pinus palaeostrobus Hr.
Phragmites oeningensis Br.
Smilax grandifolia Ungr.
Liquidambar europaeum Al. Br.
Populus Zaddachi Hr.
„ *mutabilis* Hr.
Salix varians Goepp.
„ *Lavateri* Hr.
„ *Raeana* Hr.
Myrica acuminata Ungr.
Alnus Kefersteini Goepp.
Betula Brongniarti Ett.
„ *prisca* Ett.
Carpinus grandis Ung.
Corylus M'Quarrii Forb.
„ *insignis* Hr.
Fagus Antipofi Hr.
„ *macrophylla* Ung.
Castanea Ungeri Hr.
Quercus Drymeia Ung.
„ *furcinervis* Rom.
„ *platania* Hr.
„ *pseudocastanea* Goepp.
Ulmus plurinervia Hr.
Planera Ungeri Ett.
Platanus aceroides Goepp.
„ *Guillelmae* Goepp.
Juglans acuminata Al. Br.
Laurus primigenia Ung.
Diospyros brachysepala Al. Br.
Weinmannia europaea Ung.
Acer trilobatum Stbg.

Die nahe Verwandtschaft zwischen vielen tertiären und lebenden Pflanzen läßt eine Vergleichung der grönländischen Tertiärflora mit der lebenden zu. Nachfolgende Tabelle mag uns als Ausgangspunkt unserer Konklusionen dienen.

Tertiäre Spezies.	Nächstverwandte lebende Spezies.	Vorkommen der lebenden Spezies.
Onoclea sensibilis L.	O. sensibilis L.	Vereinigte Staaten.
Pteris oeningensis Ung.	Pt. aquilina.	Europa, Amerika, Asien.
Aspidium Heerii Ett.	Asp. affine L.	Madeira.
— Meyeri Hr.	— molle Sw.	Amerika, Kanarische Inseln.
— Escheri Hr.	— thelopteris Sw.	Europa, Amerika.
Phagopteris stiriaca Ung.	Ph. prolifera Kaulf.	Trop. Amerika.
Osmunda Heerii Gaud.	O. spectabilis W.	Boreal. Amerika.
Gingko adiantoides Ung.	G. biloba.	Japan.
Juniperus tertiaria Hr.	J. virginiana L.	Virginien.
Libocedrus Sabiniana Hr.	L. audiana Ph.	Chilenisches Gebirge.
Thuja gracilis Hr.	Th. dolabrata L.	Japan.
Taxodium dist. mioc. H.	Tax. distichum.	Amerika.
Glyptostrobus europaeus Br.	G. heterophyllus.	Japan, Nordchina.
Sequoia Langsdorfii Brgn.	S. sempervirens Ll.	Kalifornien.

Tertiäre Spezies.	Nächstverwandte lebende Spezies.	Vorkommen der lebenden Spezies.
Sequoia Sternbergi Goepp.	— gigantea Lind.	Kalifornien.
Pinus palaeostrobus Ett.	P. strobus L.	Boreal. Amerika.
— Macclurii Hr.	— alba As.	Amerika.
Phragmites oeningensis Al. Br.	Ph. communis Br.	Europa, Asien, Amerika, Australien.
Smilax grandifolia Ung.	Sm. mauritanica.	Europa, boreal. Amerika.
Sparganium stygium Hr.	Sp. natans L.	" " "
Alisma paucinervis Hr.	Al. Plantago L.	" " "
Liquidambar europaeum Al. Br.	L. styraciflum L.	Boreales und wärmeres Amerika.
Populus Richardsoni Hr.	P. tremula L.	Europa, Asien.
— mutabilis Hr.	— euphratica As.	Asien.
Salix varians Goepp.	S. fragilis L.	Europa.
— Lavateri Hr.	— Russeliana Sm.	Europa.
— longa Al. Br.	— viminalis Sm.	Europa, Asien.
Myrica parvifolia Hr.	M. asplenifolia L.	Boreales und wärmeres Amerika.
Betula Brongniarti Ett.	B. carpinifolia Sm.	Japan.
— prisca Ett.	— Bojpaltra Wall.	Im Gebirge von Kamoon, Kaschmir etc.
Carpinus grandis.	C. Betula L.	Europa.
Corylus insignis Hr.	C. rostrata Art.	Bor. u. wärm. Amerika.
— M'Quarrii Forb.	— Avellana L.	Eur., Nord-Asien.
Fagus Deucalionis Ung.	F. silvatica L.	Europa, Nord-Asien.
— Antipofi Hr.	— ferruginea Art.	Amerika.
Quercus myrtilloides Ung.	Qu. myrtillifolia W.	Wärmeres Amerika.
— furcinervis Rossm.	— lancifolia Schl.	Mexiko.
— Drymeia Ung.	— Sartori Sieb.	Wärm. Mexiko.
— grönlandica Hr.	— Prinus L.	Nordamerika.
— Steenstrupiana Hr.	— densiflora Hook.	Kalifornien.
Planera Ungeri Ett.	Pl. Richardi.	Kaukasus, Kreta.
Platanus aceroides Goepp.	Pl. occidentalis L.	Bor. Amerika.
Juglans acuminata Al. Br.	J. Regia L.	Asien.
— bilinica Ung.	— nigra L.	Nordamerika.
Carya Heerii Ett.	C. aquatica.	Amerika.
Pterocarya denticulata Web.	Pt. caucasica Kth.	Kaukasus.
Benzoin antiquum Hr.	B. odoriferum N.	Boreal. u. wärm. Amerika.
Laurus primigenia Ung.	L. canariensis Sm.	Kanarien.
Andromeda protogaea Ung.	A. elliptica Sieb.	Japan.
Diospyros brachysepala Al. Br.	D. Lobus L.	Europa, Nordafrika.
Myrsine consobrina Hr.	M. simensis Herbst.	Abessynien.
Menyanthes arctica Hr.	M. trifoliata.	Europa, Amerika, Asien.
Fraxinus denticulata Hr.	Fr. oxyphylla M. B.	Taurien.
Hedera M'Clurii Hr.	Hed. Helix L.	Europa.
Cornus ferox Ung.	C. sanguinea L.	Europa.
Vitis Olriki Hr.	V. cordifolia M.	Nordamerika.
Weinmannia europaea Ung.	W. Kunthii.	Columbia.
Liriodendron Procaccinii Ung.	L. tulipiferum L.	Nordamerika.
Magnolia Inglefieldi Hr.	M. grandiflora L.	Süden der Ver. Staaten.
Acer trilobatum Stbg.	A. rubrum L.	Bor. u. wärm. Amerika.

Tertiäre Spezies.	Nächstverwandte lebende Spezies.	Vorkommen der lebenden Spezies.
Sapindus undulatus Al. Br.	S. marginatus W.	Georgien.
Celastrus firmus Hr.	C. rigidus Thlg.	Kap.
Paliurus Colombi Hr.	P. australis L.	Südeuropa.
Rhamnus Rossmaessleri Ung.	Rh. frangula L.	Europa.
— brevifolia Al. Br.	— tetragonus L.	Kap.
— Gaudini Hr.	— grandifolius F.	Kaukasus.
Rhus leporina Hr.	Rh. laevigata L.	Kap.
Crataegus antiqua Hr.	C. tomentosa L.	Nordamerika.
— tenuipes Hr.	— oxyacantha L.	Europa.
Prunus Scotii Hr.	Pr. lusitanica L.	Südeuropa.
Colutea Salteri Hr.	C. arborescens L.	Südeuropa.

Die Hälfte der nächsten Verwandten in der lebenden Flora dieser 71 Arten finden wir in der Flora Amerikas, und zwar fast ausschließlich Nordamerikas. Unter den Verwandten, welche heute der asiatischen Flora angehören, ist wiederum mehr als die Hälfte zur Flora Japans gehörig und die europäischen Elemente, wenn wir von einigen Kosmopoliten absehen, sind Kinder der Flora des europäischen Südens.

Es glich also die Tertiärflora Grönlands in hohem Grade der gegenwärtigen nordamerikanischen Flora. Die Differenzen werden im wesentlichen bedingt durch die Gegenwart einiger ostasiatischer Pflanzen. Die Ähnlichkeit beider Floren aber ist auf den genetischen Zusammenhang der lebenden amerikanischen Flora und der tertiären von Grönland zurückzuführen. Wenn wir in der europäischen Flora eine kleinere Zahl übereinstimmender oder sehr ähnlicher Arten finden (21 Spezies, von denen die Hälfte allerdings zugleich auch in Amerika oder Asien sich findet), trotzdem ja die europäische Tertiärflora ähnlich wie die amerikanische nächste Verwandtschaft zur grönländischen zeigt, so ist dies wohl damit zu erklären, daß die gleichen Faktoren, welche die grönländische Flora untergehen ließen, fortschreitend auch den Untergang der Tertiärflora in Mitteleuropa nach sich zogen. Mit dem Rückgang der mittleren Jahrestemperatur zog sich ein Teil dieser Pflanzen in das mediterrane Gebiet zurück, und als dann die Temperaturverhältnisse wieder günstiger wurden, hinderte der mächtige Alpenwall, der den Süden vom zentralen Teil trennt, das Vordringen nach Norden und eine Ausbreitung jener früheren Typen in dem Gebiet, das sie an neue Florenelemente verloren hatten. Unterliegt es nun auch keinem Zweifel, daß die ähnlichen Faktoren auch in Amerika wirksam waren und die Tertiärflora nach dem südlichen Teil drängten, so hatten diese Arten, als die klimatischen Verhältnisse sich wieder günstiger gestalteten, weil kein quergehender Gebirgszug ihnen den Weg nach Norden abschnitt, die Möglichkeit, wieder nach Norden vorzudringen und sich das verlorene Florengebiet von neuem zu erobern.

Über das weitere Schicksal der arktischen Flora geben uns die Fossilien keinen Aufschluß. Zu der Zeit, da mächtige Gletscher von unseren Alpen aus sich weit in die Ebene hinein erstreckten, war

der Norden vereist und auch der schmale Küstensaum alles Pflanzenlebens bar.

So besteht denn auch zwischen der heute in arktischer Gegend lebenden Flora und jener tertiären kein unmittelbarer genetischer Zusammenhang ähnlich wie zwischen der Flora der Kreide der arktischen Zone und jener des Tertiär. Grönland und jene ganze nordische Gegend, die während Äonen der Brennpunkt zahlreicher Strahlen war, welche uns die Bahnen der von Norden auswandernden Pflanzenwelt darstellen, wurde von anderem Orte aus wieder neu bevölkert. Es liegt an einer Linie, die aller Wahrscheinlichkeit nach sich mit vielen andern im Altai schneidet.

(Schluß folgt.)

Metallotherapie.

Von

Prof. **A. Herzen** (Lausanne).

Im Jahre 1848 berichtete Dr. Burq über ganz merkwürdige Heilungen, die an gewisse, längst aus der Mode gekommene Wunder erinnerten und die er in vielen Fällen von Nervenkrankheiten einfach dadurch erzielt haben wollte, daß er Metallplatten auf die Haut der Kranken legte. Dabei zeigte sich noch die höchst sonderbare Eigentümlichkeit, daß jeder Kranke nur für ein einziges Metall empfindlich war, während die übrigen Metalle gar keinen Einfluß auf ihn ausübten, mochten sie auch bei anderen Kranken noch so wirksam sein. Auch war es unmöglich vorauszusagen, welches Metall auf einen gegebenen Kranken Einfluß haben werde: man mußte es eben mit einer Anzahl derselben versuchen, bis man das richtige fand; indessen erwiesen sich einige Personen gegen mehrere Metalle empfindlich.

Diese Behauptungen von Burq wurden mit dem größten Zweifel aufgenommen; man hielt ihn für verrückt und seine »Metallotherapie« wurde verlacht und vergessen, um erst zwanzig Jahre später wieder aufgenommen zu werden. Zum größten Erstaunen der wissenschaftlichen Welt legte der berühmte Charcot in der Société de Biologie eine Reihe von Beobachtungen vor, welche die wesentlichsten Behauptungen von Burq vollkommen bestätigten. Er konstatierte in erster Linie, daß bei einer großen Zahl von Hysterischen das Auflegen einer Platte von bestimmtem Metall auf den anästhetisch gewordenen Körperteil thatsächlich die Wirkung hatte, die Anästhesie nach und nach verschwinden zu machen; die Wiederherstellung der Empfindlichkeit breitete sich von der Auflegestelle über

eine immer weitere Fläche und schließlich über die ganze unempfindliche Seite aus. Ferner stellte er noch folgende merkwürdige und überraschende Thatsache fest: auch die Sinnesorgane der kranken Seite erfuhren eine sehr merkbare Einwirkung durch die aufgelegte Metallplatte, insbesondere erlangte das farbenblind gewordene Auge allmählich wieder seine Empfindlichkeit für die Farben, zuerst für blau, dann für rot, nachher für grün und endlich für violett.

Die Société de Biologie ernannte darauf hin eine Kommission, um diese Dinge zu untersuchen. Diese vermochte dieselben durchaus zu bestätigen, fügte aber noch eine Beobachtung hinzu, welche die Ärzte und Physiologen höchlichst erstaunte: sie entdeckte und ermittelte mit Sicherheit, daß in vielen Fällen die Wiederkehr der Empfindlichkeit auf der anästhetischen Seite des Körpers begleitet wird von einem gleichzeitigen Verschwinden der Empfindlichkeit auf der gesunden Seite, und zwar zeigt sich diese auf der normalen Seite hervorgerufene Anästhesie zuerst an den Punkten, welche symmetrisch zu denjenigen auf der gelähmten Seite liegen, die unter dem Einflusse des Metalles stehen; sie breitet sich in demselben Maße aus, als der letztere Einfluß an Ausdehnung gewinnt, um jedoch wieder zu verschwinden, wenn man das Metall wegnimmt und wenn die kranke Seite wieder unempfindlich wird. Ebenso unterliegt auch das gesunde Auge dieser sonderbaren indirekten Lähmung und verliert die Empfindlichkeit für Farben in umgekehrter Reihenfolge, wie sich dieselbe in dem kranken Auge wieder einstellt. Diese Erscheinung wurde von der Kommission als »Übertragung« der Empfindlichkeit bezeichnet.

Dies sind die grundlegenden Thatsachen, welche nachträglich auch von vielen andern Beobachtern in Frankreich und in anderen Ländern wiederholt und bestätigt wurden. Es ging nun nicht mehr an, denselben einfach eine Widerklage auf Abweisung entgegenzustellen, sie ohne weiteres abzuleugnen oder für Betrügereien zu erklären. Allerdings war diese letztere Ansicht bei den englischen Forschern sehr verbreitet, welche alles mit Hilfe ihrer Suggestionstheorie und der Lehre von der gespannten Erwartung erklären wollten; allein welches auch der durch diese rein psychischen Mittel ausgeübte Einfluß sein mag — ein Einfluß, den niemand in Abrede stellt: solche Mittel kamen bei den Beobachtungen, um die es sich handelte, gar nicht in Frage, denn sie wurden mit allen irgend wünschbaren Vorsichtsmaßregeln gegen die Einmischung eines subjektiven Elements von seiten der Kranken und in der Regel ganz ohne ihr Vorwissen angestellt, wenigstens ohne daß sie die geringste Ahnung davon gehabt hätten, was man mit ihnen machte, oder von den Resultaten, die sich daraus ergeben könnten oder sollten. Es galt nun also nicht mehr bloß, die Wirklichkeit der Thatsachen zu erörtern, sondern vielmehr eine vernünftige Erklärung für die hinlänglich festgestellten Thatsachen zu finden, eine Erklärung, die sich mit dem, was wir in bezug auf die Nerventhätigkeiten wissen, vereinbaren ließe. Diese Aufgabe ist von zweierlei Art: sie hat gewissermaßen eine äußere Seite, welche die physikalische Ursache des Einflusses der Metalle auf den Organismus aufzudecken hat, und eine innere Seite, der es obliegt, dem Mechanismus

der physiologischen Wirkungen nachzuspüren, welche durch diese Ursache im Nervensystem hervorgebracht werden.

I. Wie kommt es, daß die Metalle den fraglichen Einfluß ausüben? Man weiß, daß, obgleich eine Zeitlang die Analogie zwischen Nerventhätigkeit und Elektrizität wohl übertrieben worden ist, die letztere doch jedenfalls eine unmittelbare und sehr mächtige Einwirkung auf die erstere ausübt; es ist daher ganz natürlich, daß die Forscher zunächst auf Hypothesen verfielen, die sich auf einen elektrischen Einfluß gründeten. In der That räumten es im Anfang alle als eine ganz selbstverständliche Sache, die weder der Überlegung noch des Beweises bedürfe, ohne weiteres ein, daß die Erscheinungen der Metallotherapie auf elektrischen Strömen beruhten, die sich vermöge der Berührung des Metalles mit der Haut — die ja immer mehr oder weniger feucht sei — entwickeln sollten, und niemand dachte an einen Einwand, der sich, sollte man meinen, jedermann hätte aufdrängen müssen: wenn es sich wirklich um eine elektrische Wirkung handelte, so müßten doch alle Metalle mehr oder weniger denselben Einfluß auf jeden Menschen ausüben, und umgekehrt müßte jedes Metall auf alle Menschen ziemlich dieselbe Wirkung haben — was beides keineswegs der Fall ist.

Indessen dauerte es nicht lange, bis die elektrische Theorie einen tödlichen Stoß erlitt. Westphal erzielte alle die Wirkungen der Metalle, indem er auf die unempfindlichen Theile Senfteig oder auch nur einfache warme Überschläge auflegte. Diese indirekte Widerlegung macht eigentlich die direkte Widerlegung, welche später Schiff lieferte, beinahe überflüssig, so interessant dieselbe auch an sich ist. Derselbe zeigte vermittelst des Galvanometers, daß häufig das wirksame Metall, wenn es mit der Haut der Person, welche gegen dasselbe empfindlich war, in Berührung stand, keinen nachweisbaren Strom gab, während die übrigen Metalle, welche auf diese Person gar nicht einwirkten, unter gleichen Umständen manchmal einen sehr merkbaren Strom erzeugten.

Von der Beobachtung der metallotherapeutischen Erscheinungen beim kranken Menschen zu dem Versuch, dieselben beim Gesunden hervorzurufen, war nur ein Schritt. Solcher Untersuchungen stellte Rumpf eine ganze Reihe an sich selbst an. Nachdem er mit dem Weber'schen Kompaß die vollkommene Gleichmäßigkeit der Tastempfindlichkeit auf dem Rücken seiner beiden Hände festgestellt, legte er auf den einen Handrücken eine Zinkplatte. Bald stellte sich eine Empfindung von Wärme ein und der ästhesiometrische Kompaß wies auf der vom Zink bedeckten, leicht geröteten Stelle eine erhebliche Steigerung der Empfindlichkeit nach; zu gleicher Zeit aber fand er die Empfindlichkeit an der entsprechenden Stelle der andern Hand bedeutend herabgesetzt. Rumpf führte seine Beobachtungen in dem Sinne weiter, daß er eine ganze Anzahl von Substanzen verwendete, welche geeignet waren, durch ihre chemische Zusammensetzung oder durch ihre Temperatur die Empfindlichkeit der Haut zu verändern, sie zu erhöhen oder zu erniedrigen. Er gelangte zu dem richtigen Ergebnis, daß die an irgend einem beliebigen Punkte des Körpers hervorgerufene Steigerung oder Herabsetzung der Empfindlichkeit stets von der entgegen-

gesetzten Erscheinung in dem symmetrisch dazu gelegenen Punkte der andern Körperseite begleitet ist. Dadurch wurde die »Übertragung« der Empfindlichkeit zu einer physiologischen Thatsache, die man nun zahlreichen weiteren Untersuchungen unterwarf. Wir wollen gleich mitteilen, daß der gesunde und kräftige Organismus im allgemeinen dem Einfluß der »ästhesiogenen« Mittel weniger leicht zugänglich ist und demselben manchmal vollkommen widersteht, während ein kranker Körper, insbesondere wenn er der Sitz von Nervenstörungen ist, leicht diesem Einfluß unterliegt und, eben indem er demselben nachgibt, sich zugleich daran gewöhnt, ihm immer leichter nachzugeben (also ganz analog dem, was sich bei Hypnotisierungsversuchen zeigt).

Die Elektrizität hat offenbar mit diesen Erscheinungen nichts zu thun. Was ist denn nun die hervorrufende Ursache einer solchen Änderung des Nervengewebes, wie sie sich in den angeführten Wirkungen äußert? Auf der deutschen Naturforscher-Versammlung in Baden-Baden (Sept. 1879) machte Schiff eine Mitteilung, worin er diese Frage zu beantworten suchte; das folgende enthält eine kurze Darstellung seiner Hypothese und der Versuche, die er zur Stütze derselben anstellte.

Die verschiedenen Agentien, welche die Empfindlichkeit abzuändern vermögen, haben das miteinander gemein, daß sie alle die Quelle äußerst rascher Molekularschwingungen sind — Schwingungen, welche sie auch dem umgebenden Medium oder den in ihrer Nähe befindlichen oder sie unmittelbar berührenden Körpern mitteilen können. Nun lehrt uns die Physik, daß die Moleküle eines jeden Körpers in beständigen Schwingungen begriffen sind, und man darf annehmen, daß die Molekularschwingungen eines gegebenen Körpers nur dann einen Einfluß auf die tierische Empfindlichkeit haben können, wenn ihr Rhythmus irgendwelche Verwandtschaft mit dem jener Schwingungen besitzen, welche die Nerventhätigkeit ausmachen — geradeso wie eine schwingende Saite nur dann eine andere Saite zum Mitschwingen bringen kann, wenn die von ihr ausgehenden Stöße ein ganz bestimmtes Zahlenverhältnis aufweisen. Diese Voraussetzung würde die verschiedene physiologische Wirkung verschiedener fester Körper erklären, die ein jeder seine eigenen Molekularschwingungen haben; und wenn dem so ist, wenn es sich in Wirklichkeit nur um Molekularschwingungen handelt, dann werden sich alle die Wunder der Metallotherapie durch die mannigfaltigsten Mittel hervorrufen lassen, sofern sich diese nur in der Grundbedingung gleichen, nämlich darin, daß sie Quellen sehr schneller Molekularschwingungen sind, die im Nervensystem andere Schwingungen zu erregen vermögen, als wie sie dort gewöhnlich vorherrschen. Schiff zeigt, daß die übereinstimmende Wirkung eines in gewisser Entfernung befindlichen Magneten und eines elektrischen Stromes, der, ohne die Gewebe zu berühren, in ihrer nächsten Umgebung zirkuliert und demnach auch aus einer gewissen Entfernung wirkt, nicht etwa auf der besonderen Form ihrer Schwingungen, sondern einzig und allein auf dem beruht, was sie gemeinsam haben, daß sie nämlich beide in äußerst rascher schwingender Bewegung begriffen sind. Die Schwingungen des Magneten sowie des vom Strom durchlaufenen Solenoids teilen sich dem umgebenden Medium mit und umhüllen den Gegenstand,

von dem sie ausstrahlen, gewissermaßen mit einer aura oder Sphäre von sekundären Schwingungen, die nun nicht mehr weder magnetisch noch elektrisch sind, sondern die sich auch auf andere Körper übertragen können — unter anderem auf das Nervensystem, namentlich wenn dasselbe durch eine funktionelle Störung dafür leichter empfänglich gemacht ist. In der That bezweifelt ja niemand, daß der Magnetismus nichts weiter ist als eine besondere Form der Bewegung, welche die Moleküle des Magneten ergriffen hat. Nun hatten bereits die Beobachtungen von Maggiorani und von Charcot gezeigt, daß die Kranken der Einwirkung eines Magneten auch ohne unmittelbare Berührung und auf eine gewisse Entfernung unterliegen; um aber noch genauer die Natur des auf das Nervensystem einwirkenden Agens nachzuweisen, um zu zeigen, daß dies nicht der Magnet als solcher ist, sondern seine aura von Schwingungen, traf Schiff die Einrichtung, daß er den Magneten weit vom Kranken entfernt aufstellte, mit demselben einen langen Metalldraht verband, dessen Metall ohne Wirkung auf das gerade zu untersuchende Individuum und der nicht magnetisch war, und daß er nun das freie Ende des Drahtes mit der kranken Seite in Berührung brachte: er erhielt auch damit die bekannten metallotherapeutischen Erscheinungen.

In bezug auf die Elektrizität sind namentlich folgende beide Experimente zu erwähnen. Schiff isolierte den Arm eines anästhetischen Kranken, indem er ihn mit einer Kautschukhülle umwickelte oder noch besser indem er denselben in einen großen Glascylinder einfügte; dann ließ er einen elektrischen Strom durch einen mit Seide umsponnenen Draht gehen, der in Spiralen den Cylinder umkreiste. Auf solche Weise war jeder unmittelbare Einfluß der Elektrizität als solcher auf den Arm ausgeschlossen, und dennoch stellten sich die erwarteten Erscheinungen regelmäßig ein. Die Elektrizität wirkt also in die Ferne ganz ähnlich wie in dem Falle, wo sie in einem vom spiralig aufgewundenen Leiter umgebenen Stab von weichem Eisen einen induzierten Strom oder vielmehr den magnetischen Zustand erzeugt, oder mit anderen Worten: ihre aura von sekundären Oszillationen erzeugt eigenartige Oszillationen im Eisen — und ebenso im Arme.

Das zweite Experiment war folgendes: Eine Drahtspirale steckt im Innern einer zweiten Spirale; der Strom, welcher die erstere durchläuft, induziert in der zweiten jenen eigentümlichen Molekularzustand, den Faraday Elektrotonus genannt hat; diese zweite Spirale wird nun mit dem Patienten in Verbindung gebracht und der Zustand, welcher in ihr durch den die erste durchlaufenden Strom induziert wird, induziert oder erzeugt seinerseits bei dem Patienten die Wiederherstellung der Empfindlichkeit in dem anästhetischen Gliede. Hier ist also die Endwirkung durch die aura einer aura hervorgerufen worden.

Andere Versuche Schiff's bezweckten, jegliche Beeinflussung durch irgend ein Metall ebenso auszuschließen wie die durch Elektrizität und Magnetismus. Es wurde z. B. eine Holztafel den raschen Schlägen des Hammers eines Heidenhain'schen Tetanomotors ausgesetzt und der Patient mit der Tafel in Verbindung gebracht. Nach Verlauf von ungefähr zwanzig Minuten trat Empfindlichkeit in der anästhetischen Seite auf,

während gleichzeitig die gesunde Seite unempfindlich wurde. Hier waren es also rein mechanische Schwingungen, welche die Wirkung hervorbrachten. Dieselbe ließ sich auch erzielen, wenn man jene Erschütterungen vermittelst des Cylinders eines Schmidt'schen Wassermotors hervorbrachte. Endlich unterzog Schiff auch die Tonschwingungen einer Prüfung, indem er sich des Toninduktoriums von Kronecker bediente — und mit demselben Erfolg. Die Erscheinungen blieben aber aus, sobald die Zahl der Schwingungen nicht mehr als 2000 in der Sekunde betrug; die Wellen waren dann offenbar zu langsam oder zu langgestreckt. Auch viel stärkere, aber unregelmäßige Erschütterungen haben keine Wirkung: eine Kranke machte zweimal eine zwei Stunden dauernde Reise in einem Wagen dritter Klasse, ohne die geringste Änderung ihres Zustandes zu verspüren, während das Auflegen eines Goldplättchens in wenigen Minuten ihre Anästhesie verschwinden ließ.

Es ergibt sich also aus alledem, daß die Wunder der Metallotherapie offenbar auf einem regelmäßigen und andauernden Strömen äußerst rascher Schwingungen beruhen, welche sich dem Nervensystem mitteilen (unstreitig eine neue Analogie mit dem Hypnotismus).

II. Nunmehr handelt es sich darum, den physiologischen Mechanismus dieser Wirkungen zu begreifen. In bezug hierauf sind drei verschiedene Theorien aufgestellt worden: die Blutgefäßtheorie von Rumpf, die Theorie von der bilateralen Thätigkeit der Nervenzentren von Adamkiewicz und diejenige von Schiff, welche wir die Theorie »der harmonischen Schwingungen« nennen werden.

1. Nach der »Blutgefäßtheorie« sollen die metallotherapeutischen Erscheinungen auf Änderungen im Kaliber der betreffenden Blutgefäße beruhen: man hätte Gefäßerweiterung und infolgedessen Hyperämie in den empfindlich gewordenen Teilen, Gefäßverengerung und damit Anämie in den weniger empfindlichen Teilen anzunehmen. Die größere oder geringere Empfindlichkeit wäre einfach die Folge einer mehr oder weniger lebhaften Ernährung der Nervenendigungen und der Wechsel im Zustande der Gefäße würde auf thermischen Einflüssen beruhen: eine warme Platte erzeugt Kongestion und Hyperästhesie, eine kalte Platte Blässe und Anästhesie.

Wenn man nun einmal die Thatsache der »Übertragung« ganz außer acht lassen und annehmen will, die Änderung der Empfindlichkeit zeige sich nur auf einer Seite und nur in dem Umkreis, welcher von dem Metall bedeckt wird, oder in seiner allernächsten Umgebung, so könnte man wohl diese Änderung als peripherischen und rein örtlichen Effekt betrachten. In der That ist ja die Temperatur ein sehr wirksamer Regulator der Durchblutung und es ist ganz natürlich, daß Nerven, deren Ernährung beschleunigt erscheint, auch rascher und lebhafter reagieren. Das ist alles durchaus unbestreitbar; aber nun vergegenwärtige man sich auch die gewichtigen Einwände. Vor allem pflegen Metallplatten, die weder kalt noch warm sind, sondern genau dieselbe Temperatur haben wie der Körper, gleichwohl die fraglichen Wirkungen hervorzurufen; ferner müßten, wenn es sich um einen thermischen Einfluß handelte, sämtliche

Metalle bei allen Individuen wirksam sein, was keineswegs zutrifft; und endlich schließen ja schon die oben angeführten Experimente jeden Einfluß der Temperatur als solcher vollkommen aus. Zweitens aber, wenn die Thatsachen, um die es sich hier handelt, die Folgen einer vermehrten oder verminderten Ernährung wären, so müßten die Nerven auch eine Steigerung oder Herabsetzung aller ihrer funktionellen Eigenschaften aufweisen und man sollte stets eine gleichzeitige Änderung der verschiedenen Arten von Empfindlichkeit, deren Sitz die Haut ist, beobachten können: der Schmerz-, Tast-, Wärme- und Elektrizitätsempfindung. Allein die fleißigen Untersuchungen von Buccola und Seppilli haben das Gegenteil davon ergeben: eine oder mehrere dieser verschiedenen Empfindlichkeitsarten können unabhängig voneinander im einen oder anderen Sinne abgeändert sein (was zugleich für das Vorhandensein verschiedener und spezifischer peripherischer Nerven für jede einzelne dieser Empfindlichkeitsarten zu sprechen scheint). Und drittens, wenn der in Frage stehende Einfluß rein peripherischer und örtlicher Natur wäre, so würde es unmöglich zu begreifen sein, wie sich derselbe auch in solchen pathologischen Fällen äußern könnte, welche von einer Erkrankung der Nervenzentren herrühren — man müßte denn annehmen, daß er sich auf irgend eine Weise längs der nervösen Leitungsbahnen bis zu den Zentren selbst fortpflanze. Diese Folgerung ist so unausweichlich, daß Rumpf selbst nicht umhin kann, sich vorzustellen, die Metalle wirkten zunächst auf die vasomotorischen Nerven in der Art, daß durch sie die vasomotorischen Zentren erregt würden, welche dann ihrerseits durch eine reflektorische Erweiterung oder Verengerung auf die Gefäße zurückwirkten. Allein selbst wenn die ästhesiogene Wirkung dergestalt scharf umschrieben wäre (was sie nicht ist, indem sie sich ja gewöhnlich über die ganze anästhetische Seite ausbreitet und oft sogar auf die ganze entgegengesetzte Seite des Körpers übergreift), so würde diese Erklärung doch in Wirklichkeit nichts erklären, da sie offenbar das Problem nur auf die vasomotorischen Nerven und Zentren beschränkt, während sich dasselbe auf alle Nerven und alle Zentren bezieht; sie verschiebt also nur die Frage, statt sie zu lösen.

2. Nach der Theorie von Adamkiewicz muß man annehmen, daß für die gleichnamigen Teile beider Seiten des Körpers in der cerebrospinalen Achse symmetrisch gelagerte Zentren bestehen, und in der Weise funktionieren, dass die Thätigkeit der Zentren der einen Seite einen deprimierenden, hemmenden Einfluß auf diejenigen der anderen Seite ausüben und umgekehrt die Unthätigkeit der einen die Thätigkeit der andern fördern, indem sie letztere von ihrem hemmenden Einfluß befreien würde. Diese Theorie ist im Grunde nur eine Vervollkommnung oder detaillierte Ausgestaltung eines Satzes, den Schiff schon längst ausgesprochen hatte, daß nämlich die verschiedenen Teile des Nervensystems, trotzdem sie voneinander unabhängig zu sein schienen, in Wirklichkeit doch innig miteinander verbunden seien — gleichsam einen solidarischen Verband von der Art darstellten, daß die Erregung des einen deprimierend auf die Thätigkeit der übrigen einwirke und die Unthätigkeit des einen die Thätigkeit der andern erhöhe; die Wirkung dieses Wechselverhältnisses erscheine um so bedeutender, je umfänglicher der in Thätig-

keit oder Unthätigkeit versetzte Teil selber sei. Dadurch erklärt es sich, warum das Gehirn in dieser Hinsicht ein so großes Übergewicht über das Rückenmark ausübt, so daß es von einigen als ausschließlicher Sitz von besonderen Zentren betrachtet werden konnte, welche die Aufgabe haben sollten, die Thätigkeit der übrigen Zentren zu hemmen, und welche deshalb Hemmungszentren genannt wurden. Indessen hatte Schiff schon früher durch ebenso einfache als schlagende Versuche nachgewiesen, daß auch das Rückenmark denselben hemmenden Einfluß auf das Gehirn ausübt, und ich selbst zeigte in meiner Arbeit über die Hemmungszentren, daß diese wechselseitige Beeinflussung sich sogar über die cerebrospinalen Zentren hinaus bis auf die peripherischen Nerven erstreckt, wenigstens auf die Hauptstämme derselben, wie den N. ischiadicus oder brachialis. In der That genügt es, einen dieser Nerven zu durchschneiden, um bald eine sehr auffällige Steigerung der Reflexthätigkeit in allen übrigen Teilen des Körpers eintreten zu sehen. Wenn man also das Vorhandensein von besonderen Hemmungszentren annehmen will, so muß man wenigstens einräumen, daß nicht nur das Gehirn solche für das Rückenmark enthält, sondern auch das Rückenmark und selbst der große Hüft- oder Armnerv solche für das Gehirn enthalten. Wir bekennen uns also lieber zu der Ansicht, daß diese wechselseitigen Einflüsse von der funktionellen Solidarität abhängen, welche sämtliche Teile des Nervensystems miteinander verknüpft. Die oben angeführte Theorie nun, welche diesen Gedanken noch schärfer faßt, ihn gleichsam lokalisiert, verknüpft in gewisser Hinsicht die Ideen von Schiff und von Setchenoff, indem die Erfahrungen, auf welche sie sich stützt, gelehrt haben, daß diese wechselseitigen Einflüsse vornehmlich auf das jeweils entsprechende Zentrum der Stelle einwirken, die mit der gereizten oder gelähmten Stelle gleichnamig ist. Daß es sich so oder wenigstens ziemlich ähnlich verhält, ist allerdings höchst wahrscheinlich; allein es leuchtet ein, daß all das nicht im geringsten die Ursache der metallotherapeutischen Erscheinungen im allgemeinen, sondern nur den zentralen Mechanismus der Übertragung der Empfindlichkeit zu erklären vermag.

Die Theorien, die wir bisher besprochen, sind somit beide ungenügend, die eine, weil sie nur das, was an der Peripherie vorgeht, und auch dies nur in sehr mangelhafter Weise erklärt, die andere, weil sie ausschließlich das erklärt, was in den Zentren vorgeht, und nicht den geringsten Nachweis der Ursache erbringt, welche in den Zentren die erwähnte Abänderung der funktionellen Thätigkeit hervorrufen soll.

Es beibt also nur noch die Theorie der harmonischen Schwingungen von Schiff übrig. Um diese Theorie verständlich zu machen, müssen wir etwas weiter ausholen. Eine große Menge von Thatsachen, die sich nach und nach aus pathologischen Erfahrungen und aus physiologischen Experimenten angesammelt haben, ebenso wie die Ergebnisse einer in immer feinere Einzelheiten eindringenden Untersuchung der Anatomie der Nervenzentren, stimmen nicht mehr mit der allgemein verbreiteten Anschauung vom Mechanismus und Bau des Nervensystems überein und sind vor allem unvereinbar mit der Vorstellung von einer

isolierten Fortleitung sensorischer oder motorischer Reize von einem Punkte der Peripherie nach dem Zentrum oder umgekehrt. Diese Thatsachen haben die schematische Vorstellung, mit der man sich bisher begnügte, dergestalt verwirrt und zugleich die Ausbildung einer anderen Vorstellung so schwierig gemacht, daß einige Physiologen, wie Hermann, sagen konnten, der gegenwärtige Zustand der Histologie des Nervensystems lasse die isolierte Übertragung der Sinneseindrücke und der motorischen Impulse überhaupt unverständlich erscheinen, während Lewes jeden Zusammenhang zwischen den Nervenfasern und den Zellen der grauen Substanz durchaus in Abrede stellte und das unentwirrbare Netzwerk der Neuroglia für das wahre Zentralgebilde des Nervensystems erklärte. Wundt behauptete, die Neuroglia habe gar nichts mit dem Nervensystem zu thun und bestehe nur aus Bindegewebe; dagegen hat Golgi vor kurzem mit Hilfe einer vervollkommneten Methode und prächtiger Präparate, deren ich selbst eine Anzahl zu untersuchen in der Lage gewesen bin, nachgewiesen, daß, wenn auch der Zusammenhang zwischen Fasern und Zellen eine unbestreitbare Thatsache ist, es doch immer nur ein einziges Nervenfädchen ist, das sich zu einer Zelle begibt oder aus einer solchen heraustritt: vom physiologischen Standpunkt aus gibt es also gar keine »multipolaren« Zellen, sie sind alle »unipolar«, und der Sitz der Reflexthätigkeit ist in dem ungemein zarten Netzwerk zu suchen, welches durch die Verzweigungen des Nervenfortsatzes der Zellen gebildet wird und wohl von demjenigen der Neuroglia zu unterscheiden ist[1]. Um endlich die Verwirrung, in welcher sich die Physiologie der Nervenzentren augenblicklich befindet, vollends zu bezeugen, brauche ich nur daran zu erinnern, daß Brown-Séquard in seiner Antrittsrede am Collège de France keinen Anstand nahm zu erklären, er habe sich vorgenommen, in seinen Vorlesungen nachzuweisen, »daß alles, was wir über die wesentlichsten normalen oder krankhaften Vorgänge in den Nervenzentren wissen oder zu wissen glauben, absolut falsch ist!«

Von den Thatsachen, welche diese Einschränkungen und Zweifel rechtfertigen, wollen wir hier nur diejenigen hervorheben, die sich unmittelbar auf unsern speziellen Gegenstand beziehen. Wenn man das Rückenmark an zwei verschieden hoch gelegenen Stellen von der einen und von der andern Seite her so einschneidet, daß jeder Schnitt über die Mittelebene hinausreicht, so hat man dasselbe offenbar mehr als einfach quer durchgeschnitten und es müssen alle direkten Leitungsbahnen in demselben bestimmt unterbrochen sein. Gleichwohl erfolgt die Fortleitung der Bewegungsimpulse und gewisser Sinneseindrücke von einem zum andern Ende desselben. Ja man kann sogar die Einschnitte vermehren, man kann sie an jeder beliebigen Stelle des Rückenmarkes anbringen, sofern sie nur nicht allzu nahe beisammen liegen, ohne daß dadurch die zentripetale oder zentrifugale Leitung aufgehoben würde. Kurz also, ein Rückenmark, dessen Leiter mehrmals durch voll-

---

[1] Vgl. die Referate über Golgi's Arbeiten in Kosmos XIII, 1883, S. 65 und 536; 1884, I. Bd. S. 44. Anm. d. Red.

ständige Aufhebung des Zusammenhanges unterbrochen sind, behält nichtsdestoweniger nach wie vor seine Leitungsfähigkeit in der einen wie in der andern Richtung. Es bleibt daher nichts übrig, als das Vorhandensein von indirekten, quer oder mehr oder weniger schief verlaufenden Leitungsbahnen anzunehmen, so daß ein Impuls, welcher den longitudinalen Wegen folgt, sofort wenn er auf das Hindernis, auf die Unterbrechung dieser Wege stößt, einen Querweg einschlagen und dann jenseits dieses ersten Hindernisses wieder seinen longitudinalen Verlauf fortsetzen kann bis zum zweiten Hindernis u. s. w. Was aber fast noch merkwürdiger ist: der betreffende Reiz gelangt ins Gehirn nicht als beliebige Erregung, sondern er ist ebenso scharf bestimmt wie im Normalzustand und mit allen den Eigentümlichkeiten ausgestattet, welche ihn von allen übrigen unterscheiden und seine Erkennbarkeit bedingen. Wie soll man sich dies erklären? Ohne uns bei unhaltbaren anatomischen Hypothesen aufzuhalten, sei gleich ausgesprochen, daß man entweder auf jede Erklärung verzichten oder aber, wenigstens provisorisch, sich an die einzige gegenwärtig vorliegende annehmbare Hypothese halten muß, und das ist eben die Hypothese der »harmonischen Schwingungen«, die ich nun in Kürze darlegen will.

Es ist nicht zulässig, im Rückenmark eine indifferente Ausbreitung der zentralen oder peripherischen Erregungen, welche dasselbe durchziehen, in jeder beliebigen Richtung anzunehmen; denn wenn dies der Fall wäre, so müßte ja dem Gehirn von der Peripherie her ein wahres Chaos von unbestimmten Erregungen zugeleitet werden, auf die es auch nicht anders als durch ein Chaos von ungeordneten Bewegungen ohne jegliche Anpassung an die Umstände antworten könnte, d. h. durch krampfhafte Zuckungen. Die zentralen Reize haben also zum mindesten gewisse bevorzugte Wege, die ohne Zweifel ganz einfach Wege des geringsten Widerstandes sind und denen sie in der Regel folgen, ohne sich über dieselben hinaus auszubreiten. Wenn sie aber gar nicht über diese hinausgingen oder besser wenn ihr Verlauf längs der gewohnten Straßen gar keine Wirkung außerhalb derselben hervorbrächte, so wäre jede Unterbrechung der letzteren zugleich eine vollständige Unterbrechung jeder Fortleitung, was nicht zutrifft. Es muß also außer dem eigentlichen und gewohnheitsmäßigen Wege auch noch einen sekundären Weg geben, der gleichfalls genügt, um die Verbindung zwischen Zentrum und Peripherie aufrecht zu erhalten, was im Grunde nur ein verallgemeinerter Ausdruck der Thatsache ist, von der wir ausgegangen sind. Die eigentliche Schwierigkeit liegt in dem Mechanismus, den wir uns vorstellen müssen, um diese Verbindung zu erklären und vor allem um uns davon Rechenschaft zu geben, daß jeder zentrifugale oder zentripetale Reiz seine unterscheidenden Merkmale ebenso vollkommen beibehält, wie wenn die direkten Verbindungen noch unbeschädigt und von einem Ende bis zum anderen wohl isoliert wären.

Wenn sich ein physiologischer Reiz dem Leiter A mitteilt, so wird dieser dadurch in einen Zustand aktiver funktioneller Schwingung versetzt, von solcher Art nämlich, wie sie nötig ist, um im Zentrum eine Empfindung oder an der Peripherie eine Bewegung hervorzurufen. Nun

scheint es aber, als ob während der Thätigkeit des Leiters A die benachbarten Leiter B, C, D u. s. w. nicht völlig unthätig blieben, sondern als ob die aktiven Grundschwingungen von A in B, C, D u. s. w. sekundäre (harmonische) Schwingungen induzierten, deren Modalität durch diejenige der Schwingungen von A bestimmt erscheint, die sich aber doch ganz wesentlich von diesen unterscheiden, da sie in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes inaktiv sind, d. h. insofern, als sie keinerlei sensorische oder motorische, zentrale oder peripherische Wirkung hervorbringen. Dieser Hypothese können wir folgenden allgemeinen Ausdruck geben: Sobald ein oder mehrere zentrale Elemente in Thätigkeit, d. h. in Grundschwingung versetzt sind, werden dadurch auch alle andern dergestalt beeinflußt, daß sie harmonische Schwingungen auszuführen beginnen. Die Grundschwingung erzeugt entweder eine Empfindung im Zentrum oder eine Bewegung an der Peripherie, die harmonische Schwingung dagegen erzeugt gar nichts und hat möglicherweise unter normalen Verhältnissen keinen anderen Zweck, als alle nicht aktiven Elemente in einem gewissen Spannungszustand zu erhalten, wodurch sie gegen Erregungen, denen sie ausgesetzt sein könnten, weniger empfindlich, schwerer zugänglich für dieselben gemacht werden würden — eine Vorstellung, die wohl auch dazu dienen dürfte, die »Hemmungserscheinungen« als Folgen einer Art von Interferenzvorgang zu erklären. Nur im Vorbeigehen sei auf die vollkommene Übereinstimmung hingewiesen, welche zwischen dieser Auffassungsweise und den früheren Ideen von Schiff über den solidarischen Zusammenhang der verschiedenen Teile des Nervensystems besteht. Allein besonders in den Ausnahmefällen, wo eine durch Verwundung oder Erkrankung gesetzte Ursache die direkten Leitungsbahnen, den Sitz der Grundschwingungen unterbrochen hat, erlangen die harmonischen Schwingungen ihre volle Bedeutung: der nervöse Apparat scheint in der That so eingerichtet zu sein, daß die harmonischen Schwingungen der inaktiven Leiter im stande sind, die Grundschwingungen in den aktiven Leitern jenseits eines Hindernisses oder einer Unterbrechung im Verlaufe der letzteren wieder zu erzeugen. Wenn z. B. der Leiter A an beliebiger Stelle durchschnitten ist, so müßten seine aktiven Schwingungen, gemäß der allgemein herrschenden Ansicht von der isolierten Leitung, an der Unterbrechungsstelle vollständig und unwiderruflich aufhören; nach der Hypothese der harmonischen Schwingungen dagegen können sie in dem jenseits des Einschnittes gelegenen Endstück von A wieder hervorgerufen werden: die inaktiven harmonischen Schwingungen pflanzen sich längs der unverletzt gebliebenen Leitungsbahnen fort und erzeugen in dem durchschnittenen Leiter abermals dieselben Grundschwingungen, durch welche sie selbst diesseits der Schnittstelle erzeugt worden waren.

Diese Hypothese macht uns ganz verständlich, wie es kommt, daß ein doppelter Einschnitt, welcher an zwei verschiedenen Stellen jeweils durch volle zwei Drittel des Rückenmarks geht, doch nicht gänzlich unvereinbar ist mit der Fortleitung von wohl abgegrenzten sensorischen und motorischen Erregungen. Und vom gleichen Standpunkt aus begreifen wir auch, wie Molekularschwingungen von einer andern Art, wenn sie sich etwa denjenigen zugesellen, welche die Nerventhätigkeit aus-

machen. und wenn sie in die Leitungsbahnen und die Zentren eintreten, deren funktionellen Schwingungszustand abzuändern vermögen. So würden sich denn auch die Erscheinungen der Metallotherapie erklären als Folge des Umstandes, daß, wie bereits erwähnt wurde, die eigentümlichen Schwingungen, welche den Atomen eines jeden Körpers anhaften und eben seine Eigenart ausmachen, unter gewissen Bedingungen sich dem Nervensystem bestimmter Individuen mitzuteilen im stande sind. Diese Bedingungen hängen teils von den Schwingungen, um die es sich jeweils handelt, und teils vom Zustande des Nervensystems ab. Deshalb ist ein normales Nervensystem dem Einflusse jener ästhesiogenen Agentien viel weniger leicht zugänglich als ein solches, das bereits durch Bedingungen, welche in ihm eine funktionelle Störung, einen krankhaften Zustand hervorriefen, minder widerstandsfähig gemacht worden ist. So bilden denn auch die günstigsten Fälle zur Beobachtung dieser Einflüsse jene hysterischen Störungen, wo ein seinem Wesen nach noch unerkannter krankhafter Prozeß in einem bestimmten Gebiete der Nervenzentren ohne jede sichtbare materielle Veränderung eine »rein funktionelle« Störung verursacht, wo mit andern Worten ohne Zweifel eine gewisse Disposition der Atome geschaffen wird, welche die dem normalen Nervengewebe eigentümlichen Schwingungen verändert, sie verstärkt oder abschwächt oder ganz aufhebt und so die ganze Art ihrer Reaktion umprägt oder sie überhaupt zu jeder Reaktion untauglich macht. Diese Störung der normalen Schwingung erstreckt sich dann wahrscheinlich auch auf die den erkrankten Teilen entsprechenden außerzentralen Leitungsbahnen. Es begreift sich leicht, daß unter solchen Umständen, in ganz bestimmten Fällen, die Einführung gewisser Schwingungen von bestimmter Stärke den gelähmten Elementen das Vermögen, in der besonderen Weise zu schwingen, welche das Wesen ihres normalen Funktionierens ausmacht, wiedergeben und in unempfindlich gewordenen Teilen die Empfindlichkeit, in krampfhaft zusammengezogenen oder völlig erschlafften Teilen, welche dem Willen nicht mehr gehorchten, die Beweglichkeit von neuem hervorrufen kann. So würde sich also das erste Wunder der Metallotherapie erklären, das zweite aber, die Übertragung, wie folgt: Das Nervensystem der dem Einflusse der Metalle zugänglichen Kranken befindet sich in einem dermaßen schwankenden Gleichgewicht und leistet den geringsten Anstößen so wenig Widerstand, daß dieselben Schwingungen, welche durch ihr Eindringen in die kranke Seite hier den normalen Zustand des Zentrums und der gelähmten Leitungsbahnen w i e d e r h e r s t e l l e n, zugleich genügen, um bei ihrer Ausbreitung in die gleichnamigen Teile der gesunden Seite des Nervensystems darin die Möglichkeit funktioneller Schwingungen für die ganze Dauer des ästhesiogenen Einflusses a u f z u h e b e n, so daß nun die krankhaften Symptome auf der gesunden Seite in demselben Maße zum Vorschein kommen, als sie auf der kranken verschwinden, um jedoch ihren ursprünglichen Sitz wieder einzunehmen, sobald der Einfluß, welcher sie verscheucht hatte, zu wirken aufhört.

Diese Theorie von Schiff ist allerdings sehr hypothetischer Natur und noch weit davon entfernt, bewiesen zu sein; sie ist aber auf alle

Fälle die einzige, welche den Namen einer physiologischen Theorie der Metallotherapie verdient und welche sämtliche zentralen und peripherischen Erscheinungen derselben umfaßt.

Wissenschaftliche Rundschau.

Zoologie.

Über den uropneustischen Apparat der Heliceen.[1]

Die älteren Systematiker und Anatomen hielten die Pulmonaten oder Lungenschnecken für eine einheitliche Tiergruppe; die neuere Forschung hat aber gezeigt, daß dies nicht der Fall ist, und hat daher die scheinbar einheitliche Gruppe in immer mehr getrennte Stücke auseinanderreißen müssen. Zuerst schied man die getrenntgeschlechtlichen Formen, die Pulmonata operculata, aus und beschränkte die Pulmonaten auf die Helicoideen und Limnoideen. Aber auch diese beiden Abteilungen stellen keine gleichwertige Gruppe dar, so daß die Ordnung der Pulmonaten nicht beibehalten werden kann. H. v. Ihering löste im Jahre 1877 die Ordnung in die beiden Abteilungen der Branchiopneusten und Nephropneusten auf. Diese Auflösung selbst stieß kaum auf ernstlichen Widerstand; wohl aber war dies der Fall mit den durch v. Ihering eingeführten Bezeichnungen, welche eine Ansicht über die morphologische Bedeutung der Lunge aussprachen, die keineswegs allgemeine Billigung fand. Für manche Pulmonaten ist es ohne Zweifel richtig — was man gewöhnlich für alle angenommen hat — daß die Lunge eine als Anpassung an die Luftatmung umgewandelte Kiemenhöhle ist. Dies gilt z. B. von den Cyklostomen, Helicinen, Limnaeen; für diese Abteilung ist daher der Name Branchiopneusten ganz passend.

»Ganz anders aber steht es mit den Heliceen. Meine Untersuchungen hatten mich dazu geführt, die Gattungen *Vaginulus* und *Peronia* (*Onchidium*) für die niederst stehenden Vertreter der Gruppe zu halten. Da bei diesen Formen die Lunge zugleich Harnleiter ist und durchaus nicht den Eindruck einer Kiemenhöhle macht, und da auch das Atemloch genau den Platz einnimmt, den bei andern Opisthobranchiern die Öffnung der Niere inne hat, so folgerte ich hieraus, daß die Lunge bei *Vaginulus* etc. und den Heliceen keine umgewandelte Kiemenhöhle sei, sondern ein modifizierter Teil der Niere, weshalb ich für die betreffende Abteilung des Systems den Namen Nephropneusten vorschlug.« (l. c. pag. 263.)

Diese Ansicht v. Ihering's ist namentlich von Semper bekämpft worden, und v. Ihering selbst gestand damals (1877) ein, daß er die

---

[1] Über den uropneustischen Apparat der Heliceen. Von Dr. H. v. Ihering. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band XXXXI Heft 2 pag. 259—283.

Begründung seiner Nephropneusten für ungenügend halte. SEMPER hielt v. IHERING entgegen: »Wenn man die Lunge von *Peronia* oder *Vaginulus* als dem Harnleiter entsprechend ansehen will, so bleibt zu erklären, wie es denn kommt, daß bei *Helix* nicht zwei, sondern drei Abteilungen dieses uropneustischen Apparates zu unterscheiden sind, nämlich Niere (oder »Urinkammer«), Nierenleiter oder Ureter und Lunge. Ich habe in meiner Erwiderung an SEMPER diesen Einwurf als »offenbar begründet« rückhaltlos anerkannt und nur meine Ansicht dahin ausgesprochen, daß der rechte Ureter von *Helix* »aller Wahrscheinlichkeit nach eine erst innerhalb der Nephropneusten erworbene Bildung darstellt«. (l. c. pag. 264.)

H. v. IHERING ist nun kürzlich durch Untersuchung südamerikanischer *Bulimus*-Arten in die Lage versetzt worden, diese damalige Vermutung zu beweisen oder doch in hohem Grade wahrscheinlich zu machen. Wir wollen die wichtigsten Thatsachen, welche der Verfasser zur Geltendmachung seiner Ansicht anführt, etwas näher betrachten. Die *Helix*-Niere besteht aus zwei neben einander liegenden Längs-Hohlräumen, die an der vorderen Spitze miteinander kommunizieren. Der größere Hohlraum oder die eigentliche Niere hat eine trichterförmige Gestalt, grenzt an das Pericardium, stößt mit dem weiten Ende an die Leber und geht mit dem schmalen Ende in den zweiten Nierenhohlraum, in die Nebenniere, über. Diese läuft dann, umbiegend, bis zur hinteren Nierenecke und geht hier in den eigentlichen Harnleiter über, der sich umbiegt und an der inneren Seite des Mastdarms entlang nach vorn verläuft, um kurz vor dem After zu münden.

Die Gattungen *Vaginulus* und *Peronia*, die niedersten Stufen der Nephropneusten, zeichnen sich dadurch aus, daß sie keinen von der Lunge geschiedenen Harnleiter haben, die Harnentleerung geht durch die Lunge selbst vor sich. Ganz dasselbe ist nun merkwürdigerweise auch der Fall bei *Bulimus oblongus* aus der Untergruppe *Borus*. Ein Ureter fehlt auch hier vollständig, wohl aber ist die Scheidung der an der Innenseite der Lungenhöhlung befindlichen Falten in respiratorische und uretrale bereits durchgeführt. Bei *Bulimulus auris leporis* BRUG. ist ein Ureter schon zum Teil ausgebildet, er ist aber noch kein geschlossenes Rohr, sondern in seinem größten Teile frei, stellt also gewissermaßen nur einen Teil der Atemhöhle dar, der von dem übrigen Abschnitt durch Längsleisten getrennt ist. Man erkennt diesen als Ureter fungierenden Teil der Atemhöhle sofort an den feinen, zu seiner Längsachse senkrecht stehenden Querfalten, die dem Ureter aller Nephropneusten eigentümlich sind. Bei diesem *Bulimulus* sind 22 mm des Ureters offen und nur das folgende Stück von 10 mm Länge ist von einer feinen Membran überdeckt. Bei *Bulimus papyraceus* ist die Entwickelung eines geschlossenen Ureters schon weiter vorgeschritten. Der ganze Ureter war 22 (in einem Falle 30) mm lang, und nur noch 8 mm von dieser Länge waren offen. Den übrigen Teil schließt eine zarte Deckmembran, die einfach und glatt ist. Die den Ureter kennzeichnenden Querfalten finden sich hier wie bei den andern Arten und Gattungen nur auf dem Boden des Ureters, nicht aber auch an der Deckmembran. Bei *Bulimus Blainvilleanus* PFR. endlich ist der Ureter völlig geschlossen.

Wir können also folgende Entwickelungsreihe aufstellen:

1) *Peronia* und *Vaginulus*. Der sekundäre Ureter fehlt gänzlich.

2) *Bulimus oblongus*. Nebenniere und sekundärer Ureter fehlen, letzterer aber nur insofern, als er ohne besondere Deckmembran ist.

3) *B. auris leporis* Brug. Nebenniere und oberes Drittel des sekundären Ureters sind fertiggebildet, der größere Teil des Ureters aber, etwa $^2/_3$ desselben, ist noch ohne Deckmembran.

4) *B. papyraceus*. Nebenniere und obere $^2/_3$ des sekundären Ureters sind geschlossen, nur das untere Ende desselben, etwa $^1/_3$, ist noch offen.

5) *B. Blainvilleanus*. Der sekundäre Ureter ist vollständig geschlossen wie bei *Helix*.

Außer diesen Hauptthatsachen führt der Verfasser noch zahlreiche andere an, welche zu Gunsten seiner Ansicht verwertbar sind. Dann verwahrt sich v. Ihering dagegen, daß etwa die angegebene Reihenfolge der Entwickelungsphasen eine umgekehrte sein könnte, daß man *Peronia* und *Vaginulus* also etwa nicht als den Anfang, sondern als das Ende der Entwickelung ansehen könnte. Er zeigt ausführlich, daß *Peronia* und *Vaginulus* nicht nur in bezug auf den uropneustischen Apparat die niederste Stufe unter den Nephropneusten einnehmen, sondern daß auch die Ausbildung aller andern Organsysteme diesen beiden Gattungen den tiefsten Platz anweist. Schließlich bespricht dann Verfasser noch die Lebensweise und systematische Stellung von *Peronia;* er zeigt, daß *Peronia* ein marines Tier ist und vollkommen amphibisch lebt, sich auf der andern Seite aber auch ganz eng an die nur Luft atmenden Nephropneusten anschließt, so daß diese Gattung ohne Zweifel eine interessante Übergangsstufe von den opisthobranchien Nacktschnecken zu den luftatmenden Lungenschnecken darstellt. Die Arbeit v. Ihering's ist dadurch so besonders interessant, daß in ihr in geradezu lückenloser Weise die phylogenetische Entwickelung eines wichtigen Organs an noch jetzt lebenden Tieren uns vor Augen geführt wird.

Göttingen. Dr. W. Breitenbach.

Botanik.

Die Anpassung der Pflanzen an Regen und Tau.

Die Pflanzen nehmen bekanntlich das Wasser, das ihnen ernährende mineralische Stoffe zuführt und das als Ersatz des durch die Transpiration austretenden Wassers dient, durch bestimmte Teile des Wurzelsystems auf. Doch ist das Absorptionsvermögen nicht ausschließlich eine Fähigkeit der Wurzelhaare. Wir wissen, daß z. B. der Flechtenthallus seinen Wasserbedarf auch in der Natur nicht nur durch besondere den Saugwurzeln der Phanerogamen ähnliche Organe aufnimmt, daß vielmehr dem Thallus als ganzem diese Leistung obliegt, daß nicht nur das wohlentwickelte Wurzelhaarsystem der Moose Wasser absorbiert, sondern auch den Stämmchen und den Blättern diese Fähigkeit zukommt. Doch

auch bei Phanerogamen kann trotz der dem Wasserzutritt ungünstigen Kutikularschicht durch die Epidermis der Blätter, wie schon Mariotte und Hales nachwiesen, soviel Wasser aufgenommen werden, daß, wenn ein beblättertes Zweigsystem einer Holzpflanze mit einem Zweig ins Wasser gesenkt wird, die übrigen Blätter nicht welken. Diese Beobachtung drängt uns die Frage auf, ob die Phanerogamen auch im Naturzustand durch andere Organe als die Saugwurzeln Wasser (Regen und Tau) aufnehmen.

Diese Frage hat Lundström zugleich mit einer Reihe anderer in der ersten Abhandlung seiner biologischen Studien, »die Anpassung der Pflanzen an Regen und Tau«, zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gemacht. Im nachfolgenden geben wir die wichtigsten Resultate wieder.

Nachdem die Organisation der Pflanze in so auffallendem Grade als ein Produkt ihrer Lebensverhältnisse erkannt ist, läßt sich behaupten: Wenn das Besprengen oberirdischer Pflanzenteile, namentlich der Blätter, der Pflanze Vorteile bietet, so ist es wahrscheinlich, daß sich Einrichtungen nachweisen lassen, die wir als Anpassungen auffassen müssen, deren Bedeutung darin liegt, die Pflanze dieses Vorteiles möglichst oft teilhaftig werden zu lassen. Wir müßten Einrichtungen finden, die als Anpassungen zum Auffangen, Leiten oder Aufsaugen von Regen und Tau zu erkennen sind.

Geringe Überlegung läßt uns folgende wichtigste Vorteile, welche die oberirdischen Teile der Pflanze aus der Benetzung ziehen können, erkennen:

1) Das Regenwasser trägt zur Reinigung der Pflanze bei.

2) Es erhöht, nachdem es wieder verdunstet ist, die Transpiration, indem es auf der Epidermis ausgebreitete gummi- und schleimartige Stoffe löst. Die Steigerung der Wasserverdunstung ist aber dadurch von Wert, daß die vermehrte Wasserabgabe mit einer erhöhten Aufnahme mineralischer Stoffe Hand in Hand geht, doppelt vorteilhaft dadurch, daß sie gerade in den passendsten Zeitpunkt verlegt wird, da ja nach dem Regen der Boden besonders wasserreich ist.

3) Lokale Gummi- etc. Absonderungen können durch das Wasser auf der ganzen Oberfläche ausgebreitet werden und dadurch die Wirkung der Cuticula verstärkt werden.

4) Sind Teile des Blattgewebes so beschaffen, daß sie Wasser absorbieren können, dann dient es zum Ersatz des verlorenen Turgors. Zugleich können mit dem Wasser ernährende Stoffe (Nitrate und Nitrite) den Pflanzenteilen zugeführt werden.

Welcher Art nun die Anpassungen an den Regen sind und wie weit sie gehen, läßt sich am besten zeigen, indem wir den Leser mit einigen Beispielen, denen Lundström eingehende Darstellung zu teil werden läßt, bekannt machen.

Alchemilla vulgaris. Wer schon Gelegenheit hatte, am frühen Morgen oder nach einem Regentag den gemeinen Frauenmantel zu beobachten, sah am Grunde der schalenförmig vertieften Blätter einen kleineren oder größeren Wassertropfen anhaften. Nicht die ganze Blattfläche ist feucht,

sondern nur dieser Grund und die schmalen Rinnen, die nach der Basis hinlaufen. Daß der Regen nicht von dem Blatt abfließt, wird durch ein aufwärts gerichtetes Haarbüschel bewirkt, indem dasselbe an der Oberseite der Blattstiele den Raum zwischen den Blatträndern einnimmt. An den benetzbaren Stellen finden sich Drüsenhaare. Die Epidermiszellen sind durch Dünnwandigkeit und Plasmareichtum ausgezeichnet. Wurde das hier festgehaltene Wasser gesammelt, filtriert und eingedampft, so hinterblieb eine relativ beträchtliche Menge eines braunen schleim- oder gummiartigen Häutchens. Dieser Stoff ist wahrscheinlich ein Absonderungsprodukt der Drüsenhaare, die in ihren Köpfchen einen ähnlichen Stoff enthalten. Da dieselben benetzbar sind, so ermöglichen sie die Diosmose des Wassers, welcher Prozess mit einer Ausscheidung einer bestimmten Menge dieses gummiartigen Körpers verbunden ist, »ähnlich wie sich der in einem Glasrohr eingeschlossene und durch eine pflanzliche Membran von dem umgebenden Wasser abgeschlossene Gummi verhalten würde. Verdunstet das Wasser, so hinterbleibt ein Flecken dieses Stoffes, welcher als Verstärkung der Kutikularschicht die Transpiration herabsetzend wirkt, seiner Hygroskopie wegen sehr leicht sich netzt und schon Wasserdampf aus der Luft ansaugt, welcher durch die dünnwandigen Zellen leicht absorbiert werden kann«.

Vaccinium vitis idaea. Wiesner hat den Nachweis geleistet, daß bei vielen Pflanzen die untere Blattseite mehr Wasser aufnehmen kann als die obere. Es hängt das zweifellos aufs innigste mit der Entwickelung der Cuticula zusammen. Auf der den Gefahren zu starker Transpiration in höherem Grade ausgesetzten Blattoberseite ist sie im allgemeinen dicker als auf der Unterseite des Blattes. Von ganz besonderem Interesse und die Thatsache der Regenanpassung trefflich belegend sind jene Fälle, wo das Wasser durch besondere Vorrichtungen von der Oberseite nach der Blattunterseite geleitet wird.

Lundström sieht diese Anpassung in den Blättern der Preißelbeere verwirklicht. Die obere Fläche des Blattes ist nur teilweise benetzbar. Über die andern Stellen fließt das Wasser weg, z. T. nach der Basis durch die Rinne des eingesenkten Mittelnervs geleitet, z. T. über den umgebogenen Blattrand nach der leicht benetzbaren Unterseite, wo es sich in den Grübchen sammelt. In diesen finden sich Drüsenhaare. Aus ihrem Anschwellen geht jedenfalls die Wasseraufnahme hervor.

Im allgemeinen lassen sich aus den zahlreichen Beobachtungen Lundström's folgende Anpassungsmodi der Pflanzen an den Regen konstatieren.

1. Einsenkungen, welche auftreten können in Gestalt von Schalen, gebildet durch die Blätter oder Nebenblätter, Grübchen in der Epidermis und Rinnen.

2. Haargebilde, bald zu Haarbüscheln vereint, bald als Haarränder.

3. Benetzbare Epidermismembranen in Form von mehr oder weniger ausgedehnten Flecken und Streifen.

4. Anatomische Anpassungen, wie wasserabsorbierende Gewebe, schwellende Sekrete.

Von ganz besonderer Bedeutung ist der Umstand, daß alle diese Anpassungen an den Regen bei allen submersen Pflanzenteilen fehlen.

R. K.

Eingewanderte Pflanzen auf Neuseeland.

Die unten genannte Arbeit[1] dürfte mit ihrem vorwiegend wissenschaftlich botanischen Inhalt und langem lateinischem Namenregister kaum den Leserkreis des Kosmos interessieren; doch lassen sich allgemein gültige Sätze aus ihr entwickeln, wie sie auch teilweise vom Verfasser schon aufgestellt sind. Dabei will ich versuchen, diese Sätze an Beispielen aus unserer Flora zu erläutern, und speziell die Mark Brandenburg zu diesem Zwecke heranziehen, weil über dieses Gebiet eine eingehende Arbeit vorliegt (R. Büttner, Flora advena marchica. Abhdlg. d. Bot. Vereines für die Provinz Brandenburg XXV. 1884).

Stützen wir uns auf den ersten Satz der Pflanzengeographie oder floristischen Entwickelungsgeschichte, es lautet dieser: Jede Pflanzenart ging von einem Ursprungsorte aus, dem sogenannten Verbreitungszentrum, und versuchte nun nach Möglichkeit sich auszubreiten; sie trat in den Kampf um das Dasein mit den herumwachsenden oder entstehenden Gewächsen ein und suchte an Terrain zu gewinnen, bis etwa ein Meer, ein Gebirge oder eine Wüste dem weiteren Vordringen ein wenn auch manchmal nur vorläufiges Ziel setzte.

Können wir nun auch bei vielen Pflanzen den Ursprungsort nicht einmal dem Lande nach herausfinden, besonders bei Kosmopoliten oder Ubiquisten, so ist es doch bei andern gelungen, ihre Heimatstätte festzustellen. Wenn sich nun eine derartige Pflanze auf anderen Erdteilen, in anderen Länderstrichen etc. ansiedelt, einbürgert und wie die von Watson in seinem »Compendium of the Cybele Britannica« sonst gebrauchten Ausdrücke verdeutscht heißen, so sagen wir, die Spezies ist nicht einheimisch, sie ist eingewandert.

Interessant ist es nun zu sehen, auf welchen Wegen diese Fremdlinge eindringen, welche Pflanzen eine bestehende Flora verändern, in welchem Maße dieses geschieht, welche Hauptfamilien sich überall zeigen, ob die neuen Bewohner mit den einheimischen Gewächsen zu denselben Gattungen und Familien gehören u. s. w.

Suchen wir zuerst einmal darzulegen, auf welchem Wege diese neuen Ansiedler einzudringen pflegen. Vielfach sind es Luftströmungen und Wasserläufe resp. -strömungen, welche Samen von dem ursprünglichen Verbreitungszentrum weitergeführt haben. Man denke nur an die mit Flügeln versehenen Samen des Ahorns, an die Lindenfrüchte, welche durch ihre Braktee die Luft wie mittels einer Schiffsschraube durchschneiden, an die mit Haargebilden geschmückten zahlreichen Kompo-

[1] T. F. Chesemann: Die naturalisierten Pflanzen des Provinzial-Distriktes Auckland. Engler's botan. Jahrbücher Band VI. 1885. Heft 2. p. 91—110. (Übersetzung aus Transactions of the Auckland Institute 1882.)

sitensamen, z. B. des Wiesenbockbarts (*Tragopogon*), des gemeinen Löwenzahnes (*Leontodon*), an die winzigen Grassamen, um nur Beispiele aus unserer Flora herauszuziehen, und man wird dem Wind einen starken Einfluß in dieser Hinsicht zuschreiben dürfen.

Was die Wasserläufe anlangt, so können wir längs der Oder und Elbe manche Art konstatieren, deren Samen aus dem oberen Flußgebiete herabgeschwemmt sind. Besonders gut kann man im oberen Rhein-, Isar-, Innthale ebenso wie bei anderen Alpenflüssen beobachten, daß durch die Fluten Samen stromabwärts geführt sind und so außerhalb ihres eigentlichen Gebietes Posto gefaßt haben. Haben wir es mehr oder minder nur mit einzelnen Pflanzen zu thun, so zeigen die großen Flüße Nil, Ganges, Amazonas schon mehr längs des größeren Teiles ihres Laufes eine gleichmäßige Uferflora. Den Meeresströmungen schreibt man neuerdings nicht mehr die eingreifende Wirkung wie früher zu, wenn auch wohl manche Wanderung durch sie bedingt sein mag; die Versuche von Darwin nämlich und andern haben direkt dargethan, daß die große Mehrzahl selbst der mit dicken und harten Schalen versehenen Früchte und Samen die Keimfähigkeit im Seewasser binnen kurzem verliert.

Den größten Einfluß aber auf die Flora eines Landes üben unstreitig die Tiere und der Mensch aus, teilweise bewußt und mit Absicht, teilweise vollkommen unbewußt. — Die Richtigkeit dieses Satzes können wir gerade am Aucklanddistrikte auf Neuseeland schlagend nachweisen. Vor Ankunft der Europäer gab es nämlich dort kein pflanzenfressendes Tier weder im wilden noch im gezähmten Zustande, und die Maori bauten denselben Boden — und in wie geringem Umfange nach unseren Begriffen! — nur wenige Jahre hintereinander an, um ihn dann wieder sich selbst und der Wildnis zu überlassen, während sie ihre bescheidenen Bedürfnisse neuem jungfräulichem Boden mit geringem Aufwand von Arbeit entlockten.

Als aber die Europäer kamen, brachten sie Pflanzenfresser mit, welche der Weide bedurften und unbarmherzig die Flora zerstörten bis auf giftige oder stachelige Arten. Den Schaden, welchen namentlich Schafe den Fluren dadurch zufügen, daß sie jeden Sprößling bis zum Grunde abnagen, erkennt man klar und deutlich an den oft von ihnen begangenen Halden Mitteldeutschlands, welche fast nur das von den Schafen gemiedene bittere Teufelsauge (*Adonis vernalis* L.) hervorbringen, während die übrige Vegetation zu Grunde gegangen ist oder geht.

Ferner brauchten die sich ansiedelnden Menschen Platz für ihre Kulturen; sie bauten Wege in die Dickichte, welche sie lichteten, um Bauholz zu gewinnen, und öffneten so den schon vorhandenen eingewanderten Pflanzen Haus und Thor, und zuguterletzt brannten sie noch alljährlich die Vegetation in den offenen Distrikten in regelmäßig sich wiederholenden Zeitabschnitten nieder, um frische Weide zu haben, ein Verfahren, dem die meisten einheimischen Pflanzen nicht gewachsen waren und das ihren Untergang herbeiführen mußte.

Manche dieser endemischen Pflanzen haben freilich im Gegensatz dazu durch den Menschen und seine Thätigkeit an Verbreitung gewonnen, speziell durch die Viehzucht. Während sie früher bei der Stufe der

Entwickelung, auf welcher sie standen, nicht im stande waren, im Kampfe mit den andern Ureinwohnern die Oberhand zu gewinnen, jene zu unterdrücken und ihr Areal bedeutend zu vergrößern, machte es ihnen der Mensch durch seine Verwüstungen nun leicht, denn wiederholtes Abfressen that ihnen keinen Abbruch, während die Umstehenden dabei nicht fortleben konnten. Die Verbreitung solcher einheimischer Pflanzen, wie *Poa australis* und *Discaria*, *Cassinia*, *Danthonia semiannularis* etc. bietet treffende Beispiele.

Unbeabsichtigt bringen nun noch die Menschen mit ihren Sämereien die vaterländischen Acker- und Gartenunkräuter mit, welche meistens »hartgesotten im Kontinentalkampf, Sieger über so viele ältere Arten« sind und rasch das Terrain erobern.

Die eingeführten Tiere verschleppen mit ihren Fellen und ihrer Wolle viele Samen, wie z. B. bei uns *Xanthium spinosum* L. aus dem Osten durch Schweine verbreitet wurde; Schafe bringen viele Samen mit, namentlich die stacheligen *Medicago*-Früchte. »Auch andere nicht mit besonderen Anhaftungsvorrichtungen versehene Früchte werden in der zum Transport fremder Körper sehr geeigneten Wolle verschleppt, und so gleichen die Umgebungen der Tuchfabriken, besonders aber der großen Wollwäschereien in der Nähe der südfranzösischen Importplätze Montpellier und Agde kleinen botanischen Gärten, welche selbst manche unbeschriebene Art geliefert haben.«

Auch die Vögel verbreiten manche Arten, sei es durch ihre Schwimmhäute, sei es durch die auf unzugänglichen Orten ausgestoßenen Gewölle, infolge deren so mancher Turm mit der Zierde verschiedener Sträucher prangt. Wie sollte man es sich sonst erklären, daß z. B. die Wasserpest (*Elodea canadensis* Rich.) plötzlich in ganz isoliert liegenden Wasserflächen auftrat? Als direkter Beweis möge hier auch noch angeführt werden, daß Darwin aus einem kleinen Erdklumpen am Fuße eines Rebhuhns einige 80 verschiedene Pflanzen erzog.

Alle einwandernden und sich ansiedelnden Pflanzen könnte man ziemlich genau in vier Klassen einteilen. Die erste würde die Unkräuter der Gärten und des kultivierten Landes, die zweite die Bewohner von Wiesen und Feldern, die dritte die Ruderalpflanzen enthalten, während sich in der vierten die Gartenflüchtlinge mit den Pflanzen zusammenfinden würden, deren Stellung schwer zu bestimmen ist, da sie zu verschiedene Standorte, wie sumpfige, waldige, litorale etc. innehaben resp. einnehmen. Von diesen werden die Unkräuter der Gärten und des kultivierten Landes wie die Ruderalpflanzen und die Vertreter der vierten Klasse von dem Menschen und dem Vieh ohne oder man kann sogar sagen wider ihren Willen mitgeschleppt und verbreitet, während bei der zweiten Klasse die Absicht in Betracht zu ziehen ist.

Wohin wir auch unsere Blicke in der Flora wenden, überall werden unter den Eindringlingen 2—3 Familien durch ihren großen Prozentsatz hervorragen, mag auch wohl einmal in einem Lande eine Ziffer von einer anderen Familie ausnahmsweise gedrückt werden. Gramineen, Kompositen und Cruciferen siedeln sich überall leicht und gern an, ja verdrängen manchmal die einheimische Flora vollständig. Um dieses

an einem Beispiel zu zeigen, will ich erwähnen, daß die Kompositen *Cotula coronopifolia* L. und *Silybum Marianum* S. in Kalifornien einen Teil der endemischen Flora vollständig zu unterdrücken drohen, da jene Pflanze an feuchten Orten in eben dem Maße Fortschritte macht, wie diese die trockenen Gebiete in Beschlag nimmt.

Gehen wir nun etwas näher auf die Verhältnisse im Aucklanddistrikte ein, so gibt der Verfasser 387 Pflanzen als naturalisiert an, von denen 280 Europa entstammen, 10 sind in den östlichen Teilen Nordamerikas einheimisch, 4 an der Westküste desselben Kontinents. Von Australien sind trotz der großen Nähe nur 10 Arten eingeführt (ein neuer Beweis, daß Menschen und Tiere die besten oder beinahe die besten Verbreiter der Pflanzen sind), während aus Chile und den kälteren Klimaten Südamerikas 9 Gewächse stammen, das Kap der guten Hoffnung aber 21 Nummern lieferte. Mithin ist die nördliche gemäßigte Zone durch 294 Spezies vertreten, die südliche gemäßigte nur mit 40; 53 Arten haben ihren Ursprung in subtropischen und tropischen Gebieten, aber meistens an und für sich eine weite Verbreitung.

In bezug auf den Habitus und die Dauer sind von jenen 387 Pflanzen nur 31 Arten Bäume oder Sträucher, 176 einjährig, 28 zweijährig und 152 perennierend. Hervorzuheben ist hierbei der große Prozentsatz der einjährigen Gewächse, um so mehr als in der einheimischen Flora nahezu alle krautartigen Pflanzen perennierendes Wachstum zeigen. Sonst ist es eine bekannte und leicht zu erklärende Thatsache, daß die Unkräuter vorwiegend einjährig sind, denn so ist am besten für ihre Ausbreitung gesorgt, da man ihnen am schwersten beikommen kann. So sagt ja auch J. D. Hooker in seinem Aufsatz über den Kampf der Pflanzen um ihr Dasein: »Je weiter wir uns von kultivierten Plätzen, Straßen etc. entfernen, desto seltener werden die einjährigen Pflanzen, bis zuletzt auf unbewohnten Inseln wie in abgelegenen Gebirgsthälern annuelle Gewächse äußerst selten werden und sich auf die unmittelbare Nähe von bewohnten Hütten beschränken.«

Die auf Auckland vom Verfasser angegebenen 387 eingebürgerten Pflanzen verteilen sich auf 233 Genera und 60 Familien. Unter diesen dominieren die Gramineen mit 60 Arten, die Kompositen mit 51, die Leguminosen mit 35, die Cruciferen mit 20 Spezies.

Von den 233 in Auckland eingebürgerten Gattungen besitzen 182 keine einheimischen Vertreter, ja 16 Familien, zu denen diese Genera gehören, waren vorher im Gebiet überhaupt nicht bekannt, während wir in der Mark Brandenburg nur die Polemoniaceen als solche anführen können, welche aber beinahe ringsumher, so im Harz, in Mecklenburg, Pommern etc. durch *P. coeruleum* L. vertreten sind. Zur Erklärung muß man freilich hinzufügen, daß die Mark wohl nie die Wiege einer Art gewesen ist, sondern eigentlich sind alle jetzt als einheimisch betrachteten Pflanzen Eindringlinge und Fremdlinge, doch haben sie schon nach dem Zurückweichen des Diluvialmeeres Besitz von dem Boden ergriffen, wenn wir auch darin noch verschiedene Phasen unterscheiden können. So wird die Salzflora, welche sich an einigen Orten der Mark noch erhalten hat, als die älteste An- resp. Besiedelung angesehen, nach ihr nimmt E. Loew

in seinen »Perioden und Wege ehemaliger Pflanzenwanderungen im norddeutschen Tieflande« (Linnaea XLIII. 1879) eine boreale resp. borealalpine Einwanderung an, dann brachten die Ströme, welche früher weiter nach Westen mündeten, aus dem Osten Vertreter der Steppenflora, wie wir noch jetzt beobachten und feststellen können.

Wenden wir unsere Blicke nun wieder nach dem Aucklanddistrikte zurück, so beweisen die Thatsachen in hervorragendem Maße, daß Pflanzen, um in einem Lande sich zu naturalisieren und mit Erfolg gedeihen zu können, keine nähere Verwandtschaft mit den vor ihnen existierenden Bewohnern zu haben brauchen. Doch auch aus der deutschen Flora lassen sich hierzu treffende Beispiele anführen. Wer kennt nicht die Nachtkerze (*Oenothera biennis* L.), einen Vertreter der so zahlreichen amerikanischen Gattung, welche sich in Europa fast überall angesiedelt hat, ohne daß eine Oenothere in Europa oder der alten Welt einheimisch wäre.

Ob nun unsere Eindringlinge die Aucklandflora zerstören werden, ist schwer vorauszusagen. Dagegen sprechen aber gewichtige Gründe. So erinnert sich Verfasser keines Falles, wo eine früher im Gebiet lebende Pflanze jetzt ausgestorben ist; ferner zieht er Madeira und St. Helena als Beispiele heran, wo klimatische und physikalische Verhältnisse im Gegensatz zu dem behandelten Gebiet wenig variieren und wo die einheimischen Pflanzen trotz des weit schädlicheren Einflusses und der ungleich stärkeren Konkurrenz sich relativ erhalten haben.

Zudem vermag manche Pflanze nicht zu existieren, wenn sie nicht von bestimmten Insekten befruchtet wird, so daß hierdurch schon eine Grenze in der Verbreitung gezogen ist; und endlich dehnt auch oft eine Pflanze den Verbreitungsbezirk ihrer Feinde durch ihr Vordringen aus und reguliert dieses dadurch. Als z. B. *Senecio vernalis* W. K. seinen Siegeszug von Osten begann, folgte dem Eindringling eine Motte, deren Larve in dem Stengel der Pflanze lebt und diesen zerstört. »Früher war diese Motte in dem von *Senecio vernalis* W. K. okkupierten Gebiet nie beobachtet worden.« Dr. E. Roth (Berlin).

Biologie.

Eigentümliche Beziehungen zweier Cecidomyia-Arten zu gewissen Pilzen[1].

Prof. William Trelease hat kürzlich zwei eigentümliche Beziehungen von *Cecidomyia* zu gewissen Pilzen nachgewiesen. Die eine betrifft das häufige, fast regelmäßige, massenhafte Vorkommen der orangeroten Larven einer *Cecidomyia* bei den Aecidien und Uredolagern einer Anzahl von Rostpilzen, nämlich bei *Aecidium caladii*, dem Becherpilz von *Arisaema* u. a. Aroideen, bei dem Rost von Aster und *Solidago*, *Caeoma*

[1] Psyche, Journ. of Entom. publ. by the Cambridge Entom. Club. 1884, Aug. bis Sept. Vol. 4, p. 195—200.

nitens (auf *Rubus*), *Coleosporium Sonchi arv.* (C. V. Riley fand dieselben Larven bei *Exobasidium* auf *Azalea* und Patouillard bei *Caeoma evonymi* und *Aecidium convallariae*). Die Larven, welche sich durch große Gefräßigkeit auszeichnen, leben — im Gegensatz zu den Gewohnheiten anderer *Cecidomyia*-Arten, z. B. von *C. destructor* und *C. tritici* — von den Aecidio- und Uredosporen (die derbwandigen Teleutosporen sind vor ihnen sicher). Nach Trelease bilden sie so für die von ihnen bewohnten Blütenpflanzen eine Art Schutzgarde gegenüber den parasitären Pilzen.

Eine zweite Beziehung hat Trelease aufgefunden zwischen der *Cecidomyia carbonifera* Osten-Sacken und dem Runzelschorfpilz der Aster- und *Solidago*-Arten. In dem schwarzen Schorfe — der dem unserer Ahornblätter verwandt ist — *Rhytisma asteris* und *Rh. solidaginis* kommt stets die *Cecidomyia* vor. Die Entwickelungsgeschichte lehrt nun, daß stets zuerst die Insektenlarven in den Gallen auftreten und daß durch diese erst dem Pilz der Weg gebahnt wird, letzterer dagegen für sich in die unversehrte Pflanze nicht eindringen kann. Die Schwärzung des Schorfes wird durch den Pilz verursacht. Das alleinige Vorkommen der Larven in den *Rhytisma*-Gallen beweist umgekehrt, daß das Insekt auf die Pilznahrung angewiesen ist. — Wir können wohl vermuten, daß in beiden Fällen — bei den Uredineen etc. wie bei *Rhytisma asteris* und *solidaginis* — auch eine beiläufige Verbreitung der Pilzsporen durch die Mücken stattfindet. Ludwig (Greiz).

Litteratur und Kritik.

Wilhelm Wundt's Logik[1]. Eine Untersuchung der Prinzipien der Erkenntnis und der Methoden wissenschaftlicher Forschung. Band II. Methodenlehre[2]. Stuttgart, Ferd. Enke, 1883.

Die thatsächliche Entwickelung des wissenschaftlichen Denkens, welches in seinen verschiedenartigen Gestaltungen in den Spezial-Wissenschaften zu Tage tritt, gestattet den Versuch, die wissenschaftlichen Methoden und ihre Prinzipien einer vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen, welche soviel als möglich unmittelbar aus der Quelle der Einzelforschung schöpft. Obwohl dieser Versuch von großen Schwierigkeiten umgeben ist, so hat er doch gegenüber allen abstrakt logischen Betrachtungen von fragwürdiger Anwendbarkeit den Vorteil, von bewährten Errungenschaften auszugehen und zum mindesten von den methodischen Eigentümlichkeiten jedes einzelnen Gebietes Rechenschaft zu geben und so dem Fehler einer unberechtigten Verallgemeinerung gewisser Methoden zu steuern.

Von diesem Gesichtspunkte aus hat Wundt seine Methodenlehre bearbeitet, deren allgemeiner Teil im wesentlichen erst zuletzt entstanden ist, obwohl er der Systematik wegen schließlich vorangestellt wurde.

---

[1] Vgl. das vorige Heft dieses Bandes S. 138.

[2] Die Besprechung des zweiten Teiles muß sich naturgemäß im wesentlichen auf eine Charakterisierung des Ganzen und auf eine kurze Analyse des allgemeinen Teiles beschränken.

Daß der Schwerpunkt des Werkes in der Logik der einzelnen Wissenschaften liegt, bedarf nach dem früher Gesagten kaum einer ausdrücklichen Erwähnung, während es anderseits nicht überflüssig scheint, anzuführen, daß die gemeinsamen Beziehungen der verschiedenen Gebiete in der That stets in gehöriger Weise berücksichtigt werden.

WUNDT selbst bezeichnet den Charakter seiner Arbeit in dem folgenden Bekenntnis: Gegenüber der Zersplitterung der Einzelforschung und der mit ihr so oft verbundenen Unterschätzung fremder Arbeitsgebiete ist es, wie ich meine, eine der schönsten philosophischen Aufgaben, das Bewußtsein der Zusammengehörigkeit der Wissenschaften wach zu erhalten und die Gleichberechtigung der wissenschaftlichen Interessen zu wahren.

Im einzelnen wird die Untersuchung durch die folgende Disposition bestimmt.

I. Allgemeine Methodenlehre.
 1. Die Methoden der Untersuchung.
 2. Die Formen der systematischen Darstellung.

II. Von der Logik der Mathematik.
 1. Die allgemeinen logischen Methoden der Mathematik.
 2. Die arithmetischen Methoden.
 3. Die geometrischen Methoden.
 4. Der Funktionsbegriff und die Infinitesimalmethode.

III. Von der Logik der Naturwissenschaften.
 1. Die allgemeinen Grundlagen der Naturforschung.
 2. Die Logik der Physik.
 3. Die Logik der Chemie.
 4. Die Logik der Biologie.

IV. Von der Logik der Geisteswissenschaften.
 1. Die allgemeinen Grundlagen der Geisteswissenschaften.
 2. Die Logik der Geschichtswissenschaften.
 3. Die Logik der Gesellschaftswissenschaften.
 4. Die Methoden der Philosophie.

Im folgenden werden wir uns auf eine kurze Analyse des allgemeinen Teiles dieses zweiten Bandes beschränken, indem wir dessen ersten Abschnitt in großen Zügen skizzieren.

I. Jede einzelne wissenschaftliche **Untersuchung** besteht entweder in der Zergliederung eines zusammengesetzten Gegenstandes in seine Bestandteile oder in der Verbindung irgend welcher relativ einfacher Thatsachen zum Behuf der Erzeugung zusammengesetzter Resultate: Analyse und Synthese sind daher die allgemeinsten Formen der Untersuchung, die in alle andere als unerläßliche Bestandteile eingehen.

I. 1. Auf die Analyse stützt sich zunächst die Abstraktion, durch welche aus einer zusammengesetzten Vorstellung oder aus einer Mehrzahl solcher Vorstellungen gewisse Bestandteile eliminiert und die zurückbleibenden als Elemente eines Begriffs festgehalten werden.

Auf die Synthese stützt sich in gleicher Weise die Determination, bei welcher stets auf eine bereits vorhandene Abstraktion Rücksicht genommen wird, ohne jedoch den Weg derselben einfach umzukehren.

In ähnlicher Weise kann man auch die Induktion und die Deduktion im wesentlichen als ein analytisches und als ein synthetisches Verfahren von einander scheiden, doch ist damit nur die vorwiegende Richtung dieser Denkoperation bezeichnet, deren zusammengesetzte Beschaffenheit die kombinierte Anwendung von Analyse und Synthese erforderlich macht.

Die Induktion wurde dem Syllogismus bereits von ARISTOTELES als eine besondere Schlußweise gegenübergestellt, welche vom Einzelnen zum Allgemeinen aufsteigt, während erst BACO den ersten Schritt zu einer wirklichen Ausbildung der induktiven Logik that, wie sie in unserer Zeit besonders von STUART MILL vertreten worden ist.

Die Induktion ist für MILL dasjenige Verfahren, durch welches wir erkennen, daß, was sich in einzelnen Fällen als wahr bestätigt hat, in allen unter den gleichen Bedingungen eintretenden Fällen wahr sein werde, d. h. sie ist ein Schluß vom

Einzelnen auf das Einzelne unter der Voraussetzung, daß der Gang der Ereignisse gleichförmig sei, nicht aber ein Schluß vom Einzelnen auf das Allgemeine.

Jene allgemeine Voraussetzung ist im Hinblick auf MILL's Ansicht, welche das Kausal-Prinzip selbst nur als inductio per enumerationem simplicem kennt, von beschränkter Tragweite, so daß also die Induktionsschlüsse, falls man MILL's Ansicht beitritt, nur von zweifelhaftem Werte sind.

Hier hat man nur den Ausweg, dem Kausal-Prinzip seine allgemeine und notwendige Gültigkeit auf irgend eine Weise zuzusprechen, falls man nicht zur älteren Aristotelischen Auffassung zurückkehren will.

Als das Resultat einer Induktion ergibt sich stets ein allgemeiner Satz, welcher die einzelnen Thatsachen der Erfahrung, die zu seiner Ableitung gedient haben, als spezielle Fälle in sich enthält, d. h. es resultiert ein Gesetz.

Nach dem Grade der Allgemeinheit, welche die durch einzelne Verbindungsschlüsse gewonnenen Gesetze besitzen, sind drei Stufen der Induktion zu unterscheiden: Die Auffindung empirischer Gesetze, die Verbindung einzelner empirischer Gesetze zu allgemeineren Erfahrungsgesetzen und die logische Begründung der Gesamtheit von Thatsachen eines bestimmten Gebietes.

Die Deduktion fängt regelmäßig mit denjenigen Gesichtspunkten an, bei welchen die Induktion aufzuhören pflegt, ohne jedoch stets die Umdrehung einer bereits vorgenommenen Induktion zu sein.

I. 2. Neben der Untersuchung ist in der Methodenlehre die **Darstellung** in ihren verschiedenen Formen zu berücksichtigen, und zwar handelt es sich dabei im wesentlichen um die Feststellung von Definitionen, um die Klassifikation und um die Beweisführung. Untersuchung und Darstellung greifen zwar in ihrer wissenschaftlichen Anwendung fortwährend ineinander, doch setzt jede systematische Darstellung voraus, daß eine Reihe von Begriffen durch vorangegangene Untersuchung bereits zureichend festgestellt ist, um einerseits die wünschenswerte Abgrenzung der einzelnen Gebiete zu ermöglichen und um anderseits für die Fortführung der Untersuchung die erforderlichen Grundlagen darzubieten. Diese primitive Formung des Untersuchungs-Materials ist Sache der Definition, welche innerhalb einer wissenschaftlichen Arbeit niemals bloße Worterklärung ist, sondern stets die Stellung eines Begriffes innerhalb eines allgemeineren Zusammenhangs von Begriffen betrifft.

Damit weist die Definition hinüber zu der zweiten Form der systematischen Darstellung, zur Klassifikation, welche die fundamentalen Abgrenzungen eines Wissensgebietes zur geordneten Gliederung desselben verwertet.

Wie mit der Analyse jede wissenschaftliche Untersuchung beginnt, so äußern sich auch die ersten Versuche einer systematischen Ordnung der Begriffe regelmäßig in analytischen Einteilungen, welche zunächst durchaus deskriptiv im engeren Sinne sind, indem sie aus der Beschreibung einer zusammengehörigen Reihe von Gegenständen gewonnen werden.

Es handelt sich dann darum, diese erste Einteilung durch synthetische Konstruktionen oder durch Beobachtungen nach synthetischer Methode zu verbinden und eine genetische Klassifikation zu schaffen, indem man zusammengehörige Objekte der Beobachtung in irgend einer Entwickelungsreihe anzuordnen sucht. Bei dieser Stufe der Einteilung muß man in vielen Fällen wegen unserer unvollkommenen Einsicht in das Wesen der Erfahrungsgegenstände stehen bleiben, doch macht sich namentlich in den reinen Anschauungs- und Begriffs-Wissenschaften das Bestreben geltend, bei den Klassifikationen nicht bloß über die Entstehung der Objekte Rechenschaft zu geben, sondern einen möglichst vollständigen Ausdruck der bleibenden inneren Beziehungen ihrer Elemente zu finden und damit zu einer Real-Klassifikation oder, wie WUNDT sie bezeichnet, analytischen Klassifikation im engeren Sinne fortzuschreiten.

Um die wohl definierten und klassifizierten Objekte einer Wissenschaft durch richtige Urteile zu einem systematischen Ganzen zu verbinden, bedarf man der **Beweisführung** oder **Demonstration**, durch welche die Wahrheit oder Wahrscheinlichkeit eines gegebenen, einen realen Erkenntnisinhalt aussprechenden Urteils festgestellt wird. Hierzu ist in jedem einzelnen Falle die Herbeischaffung des Beweismaterials, die Ordnung der Beweisgründe und der Vollzug der Schlußfolgerung nötig, während sich jede Beweisführung schließlich auf irgend welche

allgemein anerkannte Thatsachen stützt, welche als Voraussetzungen zu bezeichnen sind.

Ist durch die Untersuchung ein Beweismaterial geschaffen worden, aus welchem der zu beweisende Satz unmittelbar abgeleitet werden kann, so wird das direkte Verfahren gewählt, welches in der einfachen Anwendung der Schlußnormen auf die durch die Untersuchung gewonnenen Erkenntnisgründe besteht. Vermag die Untersuchung nur die Überzeugung zu erwecken, daß andere Sätze, die an Stelle des zu beweisenden postuliert werden könnten, nicht zulässig sind, so wird ein indirektes Verfahren erforderlich, dessen bindende Kraft lediglich auf der Beseitigung der etwa möglichen anderen Annahmen beruht.

II, III und IV. Über die eingehenden Untersuchungen dieser Abschnitte im einzelnen zu berichten, scheint uns nicht zweckmäßig zu sein, weil eine flüchtige Skizzierung des Gebotenen demselben doch nicht gerecht werden könnte, während eine tiefer greifende Analyse bei der Spezialisierung des Materials einen übermäßigen Raum erfüllen würde. Es mag deshalb hier nochmals auf die im Eingange dieses Referates gegebene allgemeine Charakterisierung der WUNDT'schen Arbeit hingewiesen werden, indem wir nur noch bemerken, daß die Psychologie als psycho-physische Wissenschaft, gerade wegen ihrer zentralen Stellung (II. Band, Vorwort) zwischen den Natur- und Geistes-Wissenschaften, vielleicht in einem besonderen Abschnitte untergebracht zu werden verdiente, so daß dann der spezielle Teil dieses zweiten Bandes vierteilig angelegt werden müßte.

Braunschweig, im Januar 1885.

Dr. ALEXANDER WERNICKE.

Ein Wort vom Glauben an seine Verfechter und Verächter, von RUDOLPH PENZIG, Dr. phil. Kassel, Theod. Fischer, 1884. X und 320 S. kl. 8⁰. 3 Mk.

Dem uns hier vorliegenden Buche verdanken wir einen hohen Genuß, und diesem legen wir darum einen ganz besonderen Wert bei, weil der Autor von Anfang bis zu Ende uns zu fesseln gewußt hat, obwohl er von einem Prinzip und zwar des Glaubens ausgeht, welches wir nicht zu dem unserigen zu machen vermöchten. Allerdings meinen wir damit nicht, es sei sein Standpunkt der religiöse oder sonst ein solcher, der gegen die neuesten Resultate der Wissenschaft Front macht. Der geehrte Autor — wie es scheint im fernen Livland ansässig — steht ganz auf der Höhe der Zeit und behandelt seinen Gegenstand in wissenschaftlicher Weise. Was wir meinen, ist, daß er gewisse logische Konsequenzen, die wir für unvermeidlich halten, nicht bis zu Ende ziehen zu müssen meint. Dabei ist aber sein Buch von so lauterer Wahrhaftigkeit und edler Gesinnung durchleuchtet, daß es mit demselben Rechte, jedoch nicht als ob es ihm an Entschiedenheit fehlte, »Ein Wort vom Frieden« überschrieben sein könnte. Darum wollen wir auch nicht gegen ihn polemisieren und werden wir unseren Standpunkt dem seinigen gegenüberstellen, nicht um zu zeigen, wie weit wir auseinandergehen, sondern wie nahe wir uns sind.

Für PENZIG gibt es noch eine Metaphysik; dieselbe beschränkt sich aber schließlich auf den absoluten Wert, der das »Sollen« begründet, welches er aus KANT's Kritik der praktischen Vernunft, jedoch ohne die drei Postulate herübernimmt, wodurch ihm ein auch auf das Wissen anwendbarer Begriff des Glaubens entsteht. Für uns gibt

es gar keine Metaphysik und gar kein Absolutes: unser gesamtes Wissen, das wir prinzipiell vom Glauben unterscheiden, führt auf Erfahrung zurück, und wir kennen nur eine positive Gewißheit, die allein für den Menschen, aber für diesen ohne Einschränkung Geltung hat. Von einer alten Metaphysik — das müssen wir gleich vorausschicken — findet sich bei Penzig nicht eine Spur: der Hauptunterschied liegt, wie wir gleich sehen werden, in der Ableitung des ethischen Moments.

Das Buch zerfällt in sechs Abschnitte, von welchen der erste dem Begriff des Glaubens gewidmet ist und ihn wie schließlich auch alles Erkennen als einen Willensakt darstellt, dessen Intensität durch die Höhe des ihn bestimmenden Wertes bedingt wird. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Inhalt des Erkennens wie des Glaubens, von der Willensseite betrachtet, als Motiv erscheint und uns bewegt nach Maßgabe seines Wertes. Spinoza's: Wille und Verstand sind Eins und dasselbe — das im weiteren Verlaufe auch citiert wird, bildet sozusagen die Seele dieser Begriffsbestimmungen. Im zweiten Abschnitt wird als absoluter Wert und zwar zusammenfallend mit dem Begriff des Menschen als Selbstzweck das Streben, sich in seiner Gattung zu erhalten und zu vervollkommnen, dargelegt. Nach allen Erläuterungen, die dabei das Wort absolut erfährt, würde es unseres Erachtens nicht mehr bedeuten als unser positiv, womit auch wir das Allgemeingültige und Notwendige bezeichnen. Allein da Penzig zum obersten Moralsatz nicht auf evolutionistisch-genetischem Wege, sondern im Wege des Gewissens gelangt, so wird es ihm zu einem metaphysischen Satz, der auf Glauben beruht.

Ebenso nennt er im dritten Abschnitt, der vom Erkennen handelt, die Begreiflichkeit der Welt einen Glaubenssatz. Wir geben zu, daß das unermüdliche Streben nach dem Wahren — Keppler's Vertrauen in die Richtigkeit seiner Annahme ist eines der großartigsten Beispiele — in gewisser Beziehung auf einen Glauben zurückgeführt werden könne; allein streng genommen — wenn es sich nämlich nicht um die Lösung des Welträtsels handelt, sondern um die Befähigung, die Erscheinungswelt in einen dem Menschen verständlichen Zusammenhang zu bringen — ist dieses Bewußtsein eine Errungenschaft unserer Erfahrung und kein Glaube mehr. Dies ändert übrigens nichts an der Vortrefflichkeit der Ausführungen, welche die Ideen des Wahren, Guten und Schönen kennzeichnen, dem sie verwirklichenden Erkennen die oberste Stelle vindizieren und die Entwickelung des Intellekts als identisch mit der Entwickelung der Sittlichkeit erweisen. Im vierten Abschnitt werden Idealismus und Materialismus versöhnt, indem der Philosophie eine höhere Aufgabe gestellt wird, als von einem »ismus« in den andern zu verfallen.

Im fünften Abschnitt endlich wird die Sittlichkeit als der eigentliche Kern des Christentums bloßgelegt und an Spinoza's Hand in einer wahrhaft idealen Reinheit aufgefaßt, die mit lebhafter Freude uns erfüllt, weil wir — wie vielleicht einigen unserer gütigen Leser noch erinnerlich ist — in der kleinen Abhandlung »Staat und Sittlichkeit« (Kosmos XII,

S. 242) auf die Unvergänglichkeit dieser Leistung Spinoza's hingewiesen haben. Was allein uns dabei nicht einleuchten will, ist, daß die Sittlichkeit überhaupt auf Glauben gegründet wird. Allerdings löst sich bei Spinoza die Sittlichkeit in Glauben auf, aber als der christliche Glaube. Dieser Glaube fällt ihm so sehr mit der Sittlichkeit zusammen, daß er ihn als etwas hinstellt, das der Staat von seinen Bürgern fordern kann, was von einem eigentlichen Glauben denn doch nicht denkbar wäre. Darin liegt eben der für die Moral so hohe Wert des Christentums, daß es auf dem den Massen zugänglichen Wege des Glaubens sein oberstes Gebot zu verbreiten weiß. Aber darum kommen wir doch auch auf dem Wege glaubenloser Erkenntnis zu demselben Begriff der Sittlichkeit und bildet gerade dies den Beweis, daß die Annahme eine richtige ist. Die Zeit der alleinherrschenden Synthese ist nach jeder Richtung überwunden. Darum gilt dies auch umgekehrt: wie jede experimentelle Induktion an der gesetzlichen Deduktion, so hat der erkenntnistheoretisch gewonnene Sittlichkeitsbegriff an den Thatsachen des Lebens sich zu erhärten.

Daß der Glaube keines Beweises bedürfe, ist ein Satz, der nur in religiöser Beziehung Geltung hat. Keppler's Glaube bedurfte gar sehr des Beweises; wie hätte er sonst nahezu ein Viertel-Jahrhundert danach gesucht? Entkleidet man den religiösen Glauben, wie es unser geehrter Autor mit eiserner Konsequenz thut, seines transcendenten Inhalts, so bleibt eine Annahme zurück, die der Rechtfertigung vor dem Forum der Vernunft nicht entraten kann, welche sie aber auch — einem Glauben, wie der christliche einer ist, entsprungen — naturnotwendig gefunden hat. Darum haben Christus und Spinoza so innig sich verstanden. Man kann allerdings wie die Religion auch die Vernunft zurückführen auf einen letzten Punkt, auf welchem sie sich Glaube nennen ließe. Aber praktischen Wert — und um diesen ist es Penzig zu thun — hat dies so wenig als die Zurückführung beider auf bloße Empfindung: diese kennt weder Wissen noch Glauben.

Eine Versöhnung der Religion mit der Wissenschaft auf diesem Wege herbeizuführen, kann daher nicht der Zweck des vorliegenden Buches sein. Es würde uns dies an gewisse historische Individualitäten erinnern, die auf Grund ihrer Abstammung Rechte beanspruchen, welche sie im Kampf ums Dasein entweder verloren oder nie erworben haben. Das Erwerben und die Übung sind beim Recht das Entscheidende. Wie gewisse Arten, wenn sie einmal zu einer fixen Gestaltung gelangt sind, nicht mehr in andere übergehen und nur sich vervollkommnen oder untergehen können: so haben Religion und Wissenschaft bereits derart feste Formen angenommen, daß, wie die letztere beim Wissen, so die erstere beim Glauben das Positive als die Hauptsache betrachtet. Für den Mann der Kirche fängt der Glaube erst bei der anderen Welt an; für den Mann der Wissenschaft hört das Wissen mit dieser Welt auf: der Glaube ist das Leben, das Wissen der Tod des Absoluten.

Darauf kann der geehrte Autor mit Recht erwidern: Ich trenne aber Kirche und Religion vollständig vom Glauben und nehme das Absolute nicht im Sinne der alten Metaphysik. Allein die Ausdrücke Metaphysik und Absolutes sind ihm noch immer unerläßlich und das positive

Wissen genügt ihm nicht. Es ist eine sehr feine Nüance, die uns von ihm trennt, und darum sagten wir, daß wir den Unterschied nur hervorheben wollen, um zu zeigen, wie nahe wir uns sind. Wir gehen aber weiter und sehen ein, daß, wenn auch Religion und Wissenschaft auf diesem Wege so wenig als auf irgend einem anderen zu versöhnen sind, die Weise, in welcher PENZIG — wir möchten ihn betreffs der Richtung mit HERBERT SPENCER vergleichen — dem metaphysischen Bedürfnis Rechnung trägt, zu dem er sich offen bekennt und das noch immer in weiten Kreisen herrscht, von großem Nutzen sein kann, sobald, wie es hier der Fall ist, keinerlei Nebenzweck dabei verfolgt und das Banner der modernen Wissenschaft so energisch hochgehalten wird. Das Buch ist ganz geeignet, sehr vielen, die mit sich nicht ins Reine kommen können, zu Klarheit und Beruhigung zu verhelfen. Mit gutem Gewissen empfehlen wir es allen, welche dem Gängelbande der Kirche sich entwachsen fühlen, aber den Glauben noch immer lebendig im Herzen tragen.

Es würde uns zu weit führen, wollten wir auf die gediegene Erörterung: »Das Verhältnis unseres Glaubens zu Kirche und Staat« näher eingehen, mit welcher der sechste Abschnitt das Buch abschließt; und um ein Bild der ebenso fesselnden als klaren Darstellungsweise zu geben, die diese im edelsten Sinne populäre Schrift auszeichnet, wollen wir eine charakteristische Stelle (S. 210) wörtlich mitteilen. »Wenn nur derjenige praktisch auf den Namen eines Philosophen im Leben Anspruch machen darf, der sein ganzes Empfinden, Denken und Wollen in der Harmonie einer zielbewußten Persönlichkeit zusammengefaßt hat, der, während nichts Menschliches, besser nichts Natürliches, ihm fremd ist, mit heiterer Ruhe und Leidenschaftslosigkeit dem Schauspiel seines eigenen Lebens zusieht: so darf auch Philosophie im wahren Sinne erst jene Weltanschauung genannt werden, welche, alle Elemente des Wissens von der Natur, unserer eigenen und der äußeren, zu einem Bild vereinigend, eine partielle und relative Befriedigung des in uns lebenden Erkenntnistriebes herbeiführt. Mag dann immerhin dies Bild noch hier und da dunkle Stellen zeigen, deren Aufhellung einer späteren Generation überlassen bleibt, ja mag auch eine gelegentliche Verzeichnung nach der einen oder anderen Seite hin mit unterlaufen; wir leben dennoch — dank unserer fröhlichen Glaubenszuversicht auf die Macht der Vernunft — der gewissen Hoffnung, daß unser Fehler bemerkt und verbessert werden wird, wenn nicht von uns, so doch von unseren Nachkommen. Die Geschichte der Philosophie ist ein Kapitel aus der Geschichte der Weltvernunft, vielleicht ein sehr armseliges, kleines Kapitel im Vergleich zu anderen, die auf anderen Sternen geschrieben werden — aber geschlossen werden kann auch dieses Kapitel erst dann, wenn alle Geschichte ein Ende hat und Clio müde den Griffel aus der Hand legt.«

Es erübrigt uns nur hervorzuheben, daß die Ausstattung des Buches, zumal im Verhältnis zu dem niederen Preise, eine sehr gefällige und einladende ist.

Graz, 26. November 1884. B. CARNERI.

Die Philosophie der Erlösung. Von Philipp Mainländer. I. Band, 2. Aufl. 40 Bogen 8°. Frankfurt a. M. Verlag von C. Koenitzer. 7 Mk. 50 Pfg. II. Band: Zwölf philosophische Essays. Ebenda, 1882/83. 40 Bogen 8°.

Der pseudonyme Verfasser, ein Mainländer (aus Offenbach), gehört zu denjenigen philosophischen Schriftstellern, welche — ich muß dies vornweg zu seinem Ruhme anführen — auf Grund tiefeingehenden ernsten Studiums erkannt haben, daß alles Weiterarbeiten oder Aufbauen auf philosophischem Gebiete nicht den Namen des »philosophischen« verdient, oder was dasselbe sagt, für die Zukunft der Philosophie völlig wertlos bleiben muß, wenn es nicht durch das eine und einzige feste Fundament gestützt wird: Kant's Erkenntnistheorie. Das vorliegende Werk möchte ich in zwei Kategorien einteilen: 1. Philosophie; 2. Tagesfragen. Der Verfasser hat Kant und Schopenhauer in der Hauptsache verstanden, ist aber in der Kritik des einzelnen nicht immer glücklich. Sein philosophisches System ist eine Modifikation des Schopenhauer'schen; er nennt seine Philosophie die »immanente« und legt ganz richtig, ja einzig richtig in derselben »den Schwerpunkt der Idee dahin, wo ihn die Natur hinlegt, nämlich in das reale Individuum, nicht in die Gattung, welche nichts anderes, als ein Begriff, wie Stuhl und Fenster, ist, oder in eine unfaßbare erträumte Einheit in, über oder hinter der Welt und coexistierend mit dieser«. Seine Untersuchungen über die Lehren Christi und Buddha's, derjenigen Männer, welche mit großem Genie wohl das größte Herz verbunden hatten, sind höchst lehrreich, seine Ethik interessant und gewiß in vielen Stücken zutreffend. Die philosophischen Systeme erhalten eine helle kritische Beleuchtung, seine verdiente Verurteilung der Materialismus. Nach meiner Ansicht bewegt sich der Verfasser zu stark in Tagesfragen; das Buch würde besser aussehen, wenn diese in Wegfall gekommen wären. Seine politische Richtung ist zunächst national zum Zwecke der Errichtung eines idealen sozialistischen Zukunftstaates. Ich hätte seine oft detaillierten Ausführungen lieber in einem eigenen Werke gesehen. Wie es jedem Philosophen ergeht, kommt auch unser Mainländer an die Schranke menschlichen Erkennens. Kant hat sie nicht überschritten (ich meine als Kant, nicht als Philosophielehrer), Schopenhauer versuchte es und kam in Widersprüche, der Verfasser des in Rede stehenden Werkes begeht seinen Fehler mit Bewußtsein: er geht auf das transcendente Gebiet und versucht hier mit irdischen Begriffen etwas zu erforschen, doch ist das Resultat nur eine petitio principii und das Faust'-sche Wort ist hier am Platze:

„Magst Priester oder Weise fragen,
Und ihre Antwort scheint nur Spott
Über den Frager zu sein!“

Durch die Ethik findet Schopenhauer im Verfasser seine Ergänzung, doch nicht, wie der Verleger glaubt, die würdigste. Kant und Schopenhauer halte ich vielmehr mit Max Muller durch den Philosophen Ludwig Noiré (Ursprung der Sprache, Ursprung der Vernunft, das Werkzeug) für wirklich bedeutend ergänzt.

W. v. R.

Der Fortschritt in Natur und Geschichte im Lichte der Darwin'schen Theorie. Ein Vortrag von Prof. Ludwig Büchner. Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlagshandlung (E. Koch). 1884. VI, 38 S. 8°.

Der Verfasser sucht in diesem Vortrage namentlich das »Gesetz des Fortschritts« in der Natur selbständig, d. h. losgelöst von nebensächlichen Betrachtungen, klar darzustellen und dasselbe mehr als bisher geschehen für die Auffassung der Geschichte der Menschheit zu verwerten. Die von gegnerischer Seite gegen die Annahme einer allmählichen Entwickelung alles Organischen erhobenen Einwände werden sehr sachlich und wohl gruppiert aufgezählt und in schlagender Kürze gezeigt, wie dieselben teils auf Mißverständnis der Entwickelungslehre, teils direkt auf ungenügender Kenntnis der Thatsachen beruhen. Nicht ganz befriedigend erscheint uns dabei allerdings die Erläuterung des Fortschritts selbst, der (S. 25) einfach als Ergebnis der Differenzierung durch Arbeitsteilung hingestellt wird: es fehlt ganz der so wichtige Hinweis darauf, daß jede solche Abänderung eines Lebewesens für dasselbe nur dann einen Fortschritt bedeutet, wenn es dadurch den gerade obwaltenden Lebensbedingungen besser angepaßt erscheint, daß also auch Fortschritt im naturwissenschaftlichen Sinne nicht, wie man aus des Verfassers Ausdrucksweise leicht entnehmen könnte, ein absoluter, sondern ein durchaus relativer Begriff ist. Aus demselben Mangel entspringt dann auch die ungenügende Erklärung des Rückschritts in der organischen Welt, der Dauertypen, des Aussterbens von Arten und Gattungen u. s. w. Etwas wunderlich macht sich ferner (S. 30) das »Prinzip der Verdünnung«, wonach die Kultur »notwendig« an Intensität und Tiefe verlieren soll, was sie an Ausbreitung gewinnt. — Kann somit dies Schriftchen vor strengeren Anforderungen nicht überall bestehen, so heißen wir dasselbe doch gern als einen Beitrag zur darwinistischen Litteratur willkommen, der sich von voreiligen Spekulationen in anerkennenswerter Weise fernhält. B. V.

Illustrierter Kalender für Vogelliebhaber und Geflügelzüchter. 1885. Herausgegeben von Friedrich Arnold. München. Verlag von Friedrich Arnold. XXXII, 80 S. kl. 8°.

Gerne machen wir auf diesen, wie es scheint, dies Jahr zum erstenmal erscheinenden ornithologischen Kalender aufmerksam, der im ersten Teil neben Monatsnotizen über die Vögel auch solche über die Pflege des Gartens, Bienenzucht, Fischerei und Jagd, eine Biographie des um die Geflügelzucht in Bayern hochverdienten Ignaz Friedrich, ein Verzeichnis sämtlicher Geflügelzüchtervereine Deutschlands, Österreichs und der Schweiz und 16 Seiten Tabellen und Notizblätter bringt. Im zweiten Teile folgen kurze Aufsätze über zahlreiche einheimische und fremdländische, zur Pflege und Zucht in der Gefangenschaft geeignete Vögel, auch eine Übersicht über die Fachlitteratur des vergangenen Jahres sowie über

die neuesten Erfindungen und Erfahrungen auf dem einschlägigen Gebiet. Wir glauben jedem Vogelfreund das praktische Büchlein bestens empfehlen zu können. B. V.

Die tierischen Parasiten des Menschen. Im Anhang Tabellen, enthaltend die wichtigsten Merkmale der Parasiten, Diagnosen und Angaben über die Therapie der durch die Parasiten hervorgerufenen pathologischen Erscheinungen. Bearbeitet von Dr. Arnold Brass, Assist. am zool. Inst. zu Leipzig. M. 6 lithograph. Taf. Kassel, Th. Fischer. 1884. (VII, 123 S. nebst 21 S. Anhang.) Mk. 5.

Ein in jeder Hinsicht vorzügliches Büchlein, sowohl was die Genauigkeit und Wissenschaftlichkeit der Darstellung als die praktische Verwertbarkeit des Gebotenen betrifft. Der Verf. hat zunächst für den Arzt geschrieben, der nur selten, wenn sich ihm Gelegenheit zur Beobachtung von Parasiten bietet, die größeren Handbücher über diesen Gegenstand zur Verfügung hat und daher oft auf gut Glück darauf los kuriert und für die Kenntnis der Entwickelung, des Vorkommens u. s. w. dieser Geschöpfe vielleicht sehr wichtige Beobachtungen ungenützt liegen läßt: hier wird ihm nun ein billiges und bequemes Hilfsmittel geboten, um das Objekt zu bestimmen, das in betreff desselben bereits Festgestellte in gedrängtester Kürze kennen zu lernen und zu erfahren, wo die Kenntnis noch lückenhaft ist. Die pathologische Seite des Gegenstandes ist nicht etwa, wie der Titel vermuten lassen könnte, bloß im Anhang berücksichtigt, sondern wird schon im Text ausführlich und durchaus mit Sachkenntnis behandelt. Dabei ist nun aber die ganze Darstellung derart, daß sie, etwa mit Ausnahme einiger Krankheitsnamen, auch für jeden gebildeten Laien verständlich und anziehend ist. Der Verf. war hierbei von der Absicht geleitet, namentlich auch die Lehrer zum Studium der Lebensverhältnisse dieser oft so gefährlichen Wesen heranzuziehen, weil eben leider immer noch selbst in den zivilisiertesten Gegenden eine beklagenswerte Gleichgültigkeit und Nachlässigkeit gegenüber den von der Wissenschaft empfohlenen Vorbeugungsmaßregeln herrscht und weil hier wirklich nur die Schule durch wiederholte Belehrung und Ermahnung etwas ausrichten kann — solange wenigstens, möchten wir hinzufügen, als der »Doktor« sich vornehm von jeder sogen. Profanierung seiner »Wissenschaft« fernhält und nicht begreift, daß es sein eigentlichster Beruf wäre, als Volkslehrer und -berater aufzutreten und im Einverständnis mit Schule, Kirche und Behörde an der positiven Besserung der Lebensweise unseres Volkes zu arbeiten. Wir wünschen von ganzem Herzen, daß dies Werkchen seinen Zweck im weitesten Umfange erfüllen möge. Wenn irgend etwas daran auszusetzen ist, so betrifft dies einmal den Mangel eines systematischen Inhaltsverzeichnisses — erst am Schluß findet man im »Verzeichnis der Synonymen« die im Buche behandelten Parasiten der natürlichen Reihenfolge nach aufgezählt, aber ohne Scheidung nach Klassen, Ordnungen u. s. w. — und zweitens, daß es nicht frei ist von Druckfehlern; so finden wir z. B. auf einer, allerdings besonders

unglücklichen Seite (115): *coccutiens* st. *cocc.*, *Haematopoda* st. *-pota*, Zweifüßler st. -flügler. Sehr beachtenswert ist, was Verf. nach eigenen Erfahrungen über den Wert der obligatorischen Trichinenschau sowie über individuelle Disposition zur Infektion mit Band- und Fadenwürmern sagt, welcher letztere Punkt namentlich zur Sammlung eines ausgedehnten Beobachtungsmaterials von seiten der Ärzte auffordert. — Die beigegebenen 6 Tafeln enthalten eine große Zahl passend ausgewählter und sehr gut gezeichneter Abbildungen; in der Tafelerklärung wäre wohl bei sämtlichen Figuren Angabe der Vergrößerung wünschenswert. B. V.

Alphonse de Candolle: Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, précédée et suivie d'autres études sur des sujets scientifiques, en particulier sur l'hérédité et la sélection dans l'espèce humaine. — 2. éd. consid. augmentée. — Genève-Bâle, H. Georg, 1885. XVI u. 594 S. 8°. (Frs. 10.—.)

Die erste Auflage dieses inhaltreichen Werkes des gleich seinem Vater Aug. Pyramus de Candolle als Meister der systematischen Botanik berühmten Verf. erschien 1873. Vorliegende 2. Auflage hat eine veränderte Anordnung, »um die Verkettung der Ideen besser zu zeigen«, sowie ansehnliche Zusätze erhalten. Dagegen ist die ausführliche und interessante Einleitung der ersten Auflage weggelassen. »Vor elf Jahren«, sagt Verf. in der Vorrede, »waren die Ideen Darwin's in Frankreich weniger gekannt und geschätzt als in der Schweiz und in Deutschland. Was mich betrifft, so hatte mich deren Annahme keine Mühe gekostet, da die Pflanzengeographie[1] mich schon vor dem Werke des berühmten Forschers dahin geführt hatte, die derivative Entstehung wenigstens eines Teils der Arten des Pflanzenreiches zuzugeben. Ich hielt es daher für angemessen, in einer Einleitung die Hauptgründe zu Gunsten der Succession der Formen zu geben und die Wichtigkeit der Selektion hervorzuheben, welche die große und originelle Idee Darwin's ist. Heutzutage ist der Transformismus so allgemein angenommen und man kennt die Werke des englischen Forschers so gut, daß meine vormaligen Betrachtungen nicht mehr dasselbe Interesse bieten würden.«

Von den das vorliegende Buch bildenden 9 selbständigen Artikeln handeln die beiden wichtigsten und umfangreichsten »Vom Anteil des Einflusses der Vererbung, der Variabilität und der Selektion bei der Entwickelung des Menschengeschlechtes und über dessen wahrscheinliche Zukunft«, — und von der »Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten seit zwei Jahrhunderten, nach der Meinung der wichtigsten Akademien etc.« — Einen Hauptzug beider, zumal der letzteren dieser Abhandlungen bildet die Prüfung der Frage, welcher Anteil der geistigen Eigenschaften, insbesondere der den Naturforscher auszeichnenden und zu großen Leistungen befähigenden, angeboren resp. ererbt und welcher Anteil dagegen der Erziehung, dem Beispiele, der allgemeinen und der

[1] Verf.'s 2bändige Géogr. botan. raisonnée erschien 1855.

nationalen Kulturatmosphäre zuzuschreiben sei, inmitten deren die Individuen sich entwickeln. Wie es von einem Autor zu erwarten, der nach einem der positiven und speziellen Forschung erfolgreich gewidmeten langen Leben sich der Untersuchung allgemeinerer Probleme zuwendet, ist überall möglichst die objektive und induktive Methode in Anwendung gebracht. Wenn, wie bei den Fragen der Vererbung, subtile und zweifelhafte Erfahrungen behandelt werden müssen, so verfehlt Verf. nicht, zur Vorsicht zu ermahnen: ». . Ich kann nicht oft genug wiederholen, daß in allen dunklen und sonderbaren Dingen man von den irgend einer Theorie günstigen Beispielen betroffen wird und die entgegenstehenden, vielleicht zahlreicheren Thatsachen ignoriert oder vernachlässigt . . .«

Wir müssen uns auf wenige Hauptergebnisse der geistreichen Untersuchungen des Verf. beschränken, welchen im einzelnen zu folgen hohen Genuß gewährt. So ist für die ersten der genannten Abhandlungen hervorzuheben, daß eine in sehr origineller Weise durchgeführte analytische Vergleichung der körperlichen und geistigen Eigentümlichkeiten (absehend von den allgemeiner verbreiteten Eigenschaften) dreier Generationen seiner eigenen und einiger anderer ihm genau bekannter Familien den Verf. für alle Kategorien jener Eigentümlichkeiten, soweit sie nicht offenbar individuell erworben sind, die Erblichkeit, d. h. die Gemeinsamkeit bei den Familiengliedern, als überwiegende Regel erkennen läßt. Anderseits würdigt Verf. auch die Wichtigkeit der Neubildungen, der im Individuum selbständig auftretenden Variationen, für welche er treffende Beispiele anführt. — Die Frage der Vererbung von durch Erziehung, Beispiel etc. erworbenen Eigenschaften findet vorsichtige Behandlung; schließlich sagt Verf. indessen (p. 93): »In Wirklichkeit kann der Zustand der zivilisierten Völker, mit der Persistenz ihrer Charakterzüge, kaum begriffen werden ohne eine durch Gewohnheit bewirkte Vererbung von Gefühlen und intellektuellen Dispositionen.« Auch glaubt Verf., daß erbliche Übertragungen zufälliger Verletzungen etc. selbst beim Menschen vorkommen können; er citiert hierfür (p. 94) ein ihm neuerlich mitgeteiltes auffallendes Beispiel einer solchen Vererbung durch 3 resp. 4 Generationen einer Familie [1].

Die Wirkungen der Selektion auf die physischen, moralischen und intellektuellen Eigenschaften erörtert Verf. für wilde, für barbarische und für zivilisierte Völker; seine betreffenden Ideen sind stets originell-selbständig und sehr anregend, so auch bei den schließlichen Betrachtungen »über die wahrscheinliche Zukunft des Menschengeschlechtes«, für welche günstige und ungünstige Momente unverblümt besprochen werden, mit einem Endergebnis, das nicht zum Optimismus hineigt, vielmehr davor warnt, aus der Selektionstheorie glänzende Zukunftshoffnungen abzuleiten.

Die Abhandlung »Über die Geschichte der Wissenschaften« etc., welche die größere Hälfte des Buches einnimmt, untersucht des näheren,

---

[1] In anderen Fällen hält de Candolle, wie uns scheint, die eigentlich hereditären und die sog. kongenitalen Einflüsse nicht genügend auseinander. Der wichtige Vortrag Weismann's „Über die Vererbung“ (Jena 1883), welcher die Erblichkeit erworbener Eigenschaften prinzipiell abzuweisen sucht, scheint ihm nicht bekannt gewesen zu sein.

unter welchen Einflüssen die ausgezeichnetsten Forscher der jüngsten 200 Jahre aufgetreten und zu Erfolgen gelangt sind, diejenigen Männer nämlich, welche von der Pariser Acad. d. sciences nat. et. math. seit 1666, der Londoner Royal Society und der Berliner Akademie seit 1750 zu auswärtigen Mitgliedern erwählt worden sind. De Candolle bespricht zunächst die Gesellschaftsklasse, resp. Stand und Beruf der Väter der Associés étrangers [1] der Pariser Akademie und wendet sich alsbald wieder zur Frage der Erblichkeit, mit dem Resultate, daß dieselbe nur in der Mathematik — gleichwie in der Musik — das Hauptmoment für wiederholtes Vorkommen ausgezeichneter Fachmänner in denselben Familien bildet; im übrigen seien für wissenschaftliche Leistungen [2] die Einflüsse der Erziehung, des Beispiels etc. von größerer Bedeutung. Hierfür spricht vor allem die, dem Verf. selbst überraschend, aus jenen Untersuchungen sich ergebende merkwürdige Thatsache, daß eine auffallend große Anzahl hervorragender Naturforscher Söhne protestantischer Geistlicher waren: unter im ganzen 100 Associés étr. der Acad. d. sc. nicht weniger als 14 [3], gegenüber nur 5 Söhnen von Ärzten, Chirurgen und Pharmazeuten; entsprechend unter 48 auswärtigen Mitgliedern der Royal Soc. (vom Jahr 1829) 8 Söhne von Geistlichen und 4 von Ärzten etc. Und dies obgleich in den betreffenden Ländern die Anzahl der Väter letzterer Kategorie weit größer sein muß als jene der protestantischen Geistlichen. »Wäre der Erfolg in den Wissenschaften nur eine Sache der Erblichkeit, so stünden auf unseren Listen viel mehr Söhne von Ärzten etc. als von Geistlichen. Die Lebensweise der letzteren, . . . oft auf dem Lande, die Ratschläge, welche sie ihren Söhnen geben, haben offenbar einen beträchtlichen Einfluß geübt, größer als jener irgendwelcher Erblichkeit wissenschaftlicher Neigungen« etc. (p. 295) [4]. Die letztere wird selbstverständlich nicht geleugnet, aber — von der Mathematik abgesehen — auf mehr elementare intellektuelle und moralische Anlagen beschränkt,

---

[1] Es sind deren bekanntlich stets nur 8, de Candolle selbst ist einer derselben, gleichwie auch seinem Vater diese seltene Auszeichnung zu teil geworden war.

[2] Für die „aktiven Laufbahnen", die Fähigkeit, großen Einfluß auf die Massen zu üben, sowie für die künstlerischen Leistungen hält Verf. dagegen die ererbten resp. angebornen Eigenschaften für wichtiger als jene späteren Einwirkungen (p. 530).

[3] Worunter Boerhaave, Ld. Euler, Linné, Jenner, Berzelius, Wollaston, Olbers, Blumenbach, Rob. Brown, Mitscherlich, Agassiz. — An anderer Stelle nennt Verf. noch als Söhne von Geistlichen u. a.: Clausius, Enke, Oswald Heer, Wurtz. — Auch Herm. und Fritz Müller sind hier zu nennen.

[4] Anm. d. Red. Sollte hier nicht ein ziemlich äußerlicher Umstand wesentlich mitbestimmend gewesen sein? In Deutschland wenigstens und wahrscheinlich auch in England standen und stehen den Söhnen von Geistlichen, die selbst wieder Theologie studieren zu wollen erklären, eine Unzahl Freistellen, Stipendien und andere Benefizien offen, mit Hilfe deren es gar mancher bis zum Schlußexamen bringen konnte, ohne von seinen Eltern irgend erhebliche Zuschüsse zu erhalten, während die anderen Fakultäten und vollends die technischen Wissenschaften erst neuerdings in dieser Hinsicht etwas mehr begünstigt werden. Hatte einer dann einmal das Gymnasium oder gar einige Universitätssemester hinter sich, so war es nicht schwer, sofern ein anderes Wissensgebiet ihn lebhaft anzog, auf dieses überzugehen. In der That sind ja auch viele berühmte Männer der Wissenschaft erst Theologen

wie Gedächtnis, Ordnungssinn, Beobachtungsgabe, Ausdauer u. a. m., welche für verschiedenartige Wissenschaften den Erfolg begünstigen und deren Erblichkeit, resp. Gemeinsamkeit in Familien, vorhin nachgewiesen wurde. Die beiden HUMBOLDT, die vier Brüder MOHL u. a. werden hierfür erwähnt. »Nach der Hypothese einer häufigen Vererbung der für jede Wissenschaft eigentümlichen Anlagen wären dies außerordentliche Beispiele. Sie sind es weniger, wenn man eine Erblichkeit allgemeiner, in allen Wissenschaften, deren Methoden ähnlich sind, anwendbarer Fähigkeiten annimmt, welche Erblichkeit stark beinflußt und manchmal beherrscht oder aber behindert wird durch die Erziehung und die äußeren Umstände« (p. 305). Man möchte geneigt sein, aus jenen Resultaten den noch weitergehenden Schluß zu ziehen, daß die der wissenschaftlichen Thätigkeit günstigen Anlagen wohl häufiger vorhanden sind, als es nach ihrer verhältnismäßig seltenen erfolgreichen Ausbildung den Anschein hat, und daß daher die fortschreitende Verbesserung der Erziehungsweise, die Erleichterung höherer Studien für Beanlagte aller Stände etc. den Wissenschaften in Zukunft eine viel größere Anzahl ausgezeichneter Arbeitskräfte und entsprechende Fortschritte sichern werden.

Stets an der Hand obengedachter Mitgliederlisten der drei Akademien untersucht Verf. ferner die den wissenschaftlichen Leistungen günstigen oder ungünstigen Einflüsse der Religion, der Familientraditionen — mit glänzenden Resultaten hinsichtlich der Nachkommen exilierter Protestanten, zu welchen Verf. selbst gehört — der Regierungsformen etc., sodann die Verteilung jener ausgezeichneten Forscher auf die verschiedenen Nationen und die vielfältigen Ursachen, welche in den einzelnen Ländern zu verschiedenen Epochen die Wissenschaften gefördert oder behindert haben. Wir können diese ausführlichen und sorgfältigen Untersuchungen nicht näher besprechen; objektive und unparteiische Gründlichkeit zeichnen auch diesen Teil des Werkes aus.

Die kürzeren Artikel handeln: »Von der Beobachtung der materiellen Thatsachen in den Schulen und späterhin«, mit eindringlicher Empfehlung des Zeichenunterrichts; — »Von der Beobachtung der sozialen Thatsachen; — »Die Statistik etc.«; — »Vom notwendigen Wechsel der Intensität der Krankheiten und des Wertes der Vorbeugungsmittel, wie der Vaccine«; — »Vorteil einer dominierenden Sprache für die Wissenschaften, und welche der modernen Sprachen dies im 20. Jahrh. notwendig sein wird.« Verf. hält »die künftige Präponderanz der angloamerikanischen Sprache« für zweifellos, als Folge des relativ bei weitem stärksten Anwachsens der dieselbe redenden Bevölkerungen. — »Über die verschiedenen Bedeutungen des Wortes Natur«; — endlich: »Die Umwandlungen der Bewegung bei den organisierten Wesen«, ein Schlußartikel, welcher, klar und gedankenreich wie alle vorhergehenden, die enormen Schwierigkeiten darlegt, welche sich den Versuchen entgegen-

---

gewesen, wir erinnern nur an Hegel und Schelling, O. Heer und Rütimeyer. Daß die in den Familien protestantischer Geistlicher zumeist herrschende strenge Zucht und Ordnung und die frühzeitige Gewöhnung an bescheidene äußere Verhältnisse bei lebhafter, oft aufopferungsvoller Pflege geistiger Bedürfnisse bedeutend mitgewirkt haben, wollen wir gern zugeben.

stellen, die »plastische Bewegung« der belebten Wesen auf mechanische Vorgänge zurückzuführen, wie wir sie an den leblosen Körpern wahrnehmen — doppelt beachtenswert in unseren Tagen, wo dergl. Versuche sich wieder einer zunehmenden Gunst zu erfreuen scheinen.

Jedem nachdenkenden Freunde der Wissenschaft ist das vorbesprochene Werk angelegentlich zu empfehlen; keiner wird es ohne vielfache Befriedigung und reiche Anregung aus der Hand legen. W—N.

Lehrbuch der Geophysik und der physikalischen Geographie. Von Dr. Siegmund Günther, Prof. am Gymnasium zu Ansbach. Zwei Bände. I. Bd. mit 77 in den Text gedruckten Abbildungen. Stuttgart, Verlag von F. Enke. 1884.

Das Werk imponiert; es beginnt mit einer geschichtlich-litterarischen Einleitung, behandelt auf etwa 100 Seiten die Kant-Laplace'sche Theorie, die Welten des Sonnensystemes, die der Erde ähnlichen Planeten und unseren Mond. Auf weiteren 200 Seiten sind die allgemeinen mathematischen und physikalischen Verhältnisse des Erdkörpers und auf den folgenden 100 Seiten sind die Geophysik im engeren Sinne und die dynamische Geologie in echt wissenschaftlicher Weise behandelt.

Der zweite, im Erscheinen begriffene Band soll von gleicher Stärke und der physischen Geographie im besondern gewidmet sein.

Wie Peschel-Leipoldt und Supan, so will Günther durch sein Werk in die Entwickelungsgeschichte unseres Erdballes tiefer einführen; alle drei Werke gruppieren das wissenschaftliche Material um gewichtige Zentren in der Absicht, das Rätselhafte derselben aufzuklären und die Lösung des Problems zu finden; alle drei wollen die Wissenschaft, sofern es sich um bezeichnetes Gebiet handelt, nicht bloß übersichtlich darstellen, sondern vornehmlich fördern und vertiefen. Die Lücke, welche in Supan's »Grundzügen« von Seite zu Seite störend aufklafft, nämlich der Mangel jeglichen Litteraturnachweises, hat Günther in reichhaltigster Fülle geschlossen; ihm ist es zugleich eine Hauptaufgabe, einen Einblick in die geschichtliche Entstehung und Ausbildung der betreffenden Fragen zu gewähren, wozu er durch langjährige eingehende Studien auf diesem Spezialgebiete der Kulturgeschichte ganz vorzüglich berufen ist. Wie Peschel-Leipoldt, so gestattet auch Günther infolge der überreichen Beglaubigung der gebotenen Erkenntnis, dieselbe mit Freiheit und Befriedigung zu benutzen.

Günther's Werk hat aber noch eine zweite, völlig neue, ihm allein eigene Glanzseite — die mathematische Methode; ist es doch für solche Studierende der mathematischen Wissenschaften bestimmt, welche auch der — für den Analytiker ja noch ein weites Arbeitsfeld eröffnenden — Disziplin der Erdphysik ihr Interesse zuzuwenden gedenken; daher gewähren alle Kapitel der mathematischen Entwickelung einen umfangreichen Spielraum, ein Umstand, welcher deshalb so hoch zu schätzen ist, weil er vielen Spekulationen bestimmte Grenzen setzt.

Die allgemeine Scheu vor Mathematik wird dem GUNTHER'schen Werk einen ausgewählten Leserkreis schaffen, und dieser wird hinreichend Anlaß finden, die Wissenschaft der Erdphysik zu erweitern und zu vertiefen.

Dresden. CL. KÖNIG.

Zur Kritik des Herrn Dr. C. Mehlis über die „Fundstatistik der vorrömischen Metallzeit im Rheingebiete" von Freiherrn E. v. Tröltsch.

Es macht sicher auf jedermann einen peinlichen Eindruck, wenn er sieht, daß auf der wissenschaftlichen Rennbahn ein Kämpe auftritt, dem es, wie der Zuschauer bald merkt, lediglich nur darum zu thun ist, dem Gegner ein Bein zu stellen oder, wenn er denselben nicht zu Falle bringen kann, den Versuch zu machen, ihm wenigstens einen Makel anzuheften. Anders kann ich die Kritik nicht auffassen, welche Herr MEHLIS (Kosmos 1885, I. 2. Heft, p. 154) an Herrn VON TRÖLTSCH's „Fundstatistik" übt. Ich halte die Sprache des Herrn MEHLIS im höchsten Grade für ungeeignet; ich verstehe nicht, mit welchem Recht oder nur mit welchem Schein von Recht Herr MEHLIS von Herrn VON TRÖLTSCH als „Laien" und von dessen Fundstatistik als „nur für Laien geschrieben" spricht. Zum anderen vermisse ich in seiner Sprache ganz und gar die Tugend der Bescheidenheit, welche die Jugend zieren soll. In unserer Wissenschaft, die noch keine 20 Jahre zählt, gibt es glücklicherweise noch keinen Klerus und keinen Laien oder vielmehr: Laien sind wir alle. Steht doch die ganze Wissenschaft noch auf der breitesten Basis des ganzen Volkes, ihr Vorzug ist es gerade, daß jeder ohne Unterschied, was auch seine Lebensstellung sein mag, Bausteine herbeitragen darf zum Ausbau der Anthropologie.

Herr VON TRÖLTSCH hat in seiner Fundstatistik jedenfalls redlich seine Bausteine zusammengetragen, wofür ihm auch jeder Archäologe, namentlich jeder Museumsvorstand aufrichtig dankt. Dies haben auch Autoritäten, wie LINDENSCHMIT, VIRCHOW, MUCH, RANKE, UNDSET, TISCHLER u. a., öffentlich wie brieflich ausgesprochen und sich an der „Fundstatistik" als einer höchst verdienstvollen, mühseligen Arbeit erfreut, die nur einem Kenner möglich war, der zugleich ein gewandter Zeichner ist. An dieser Arbeit zu nörgeln und mißgünstig über sie abzusprechen, halte ich nicht für recht.

Herr VON TRÖLTSCH wollte anfänglich den Handschuh aufnehmen, den ihm Herr MEHLIS hingeworfen; ich habe ihm davon abgeraten. In einem Streit, der von der Sache abschweift und vorwiegend persönlich wird, ist keine Ehre aufzuheben. Es wird daher Herr VON TRÖLTSCH gut thun, die MEHLIS'sche Invektive vollständig zu ignorieren. Herrn MEHLIS aber möchte ich in aller Freundschaft raten, statt sich aufs hohe Roß zu setzen und von oben herab einen verdienten Arbeiter an der deutschen Vorgeschichte, wie Herr VON TRÖLTSCH unbestritten es ist, zu schulmeistern, viel lieber an sich selbst weiter zu arbeiten und seinen Mut und Kraft zur besseren eigenen Ausbildung zu verwenden.

Stuttgart, den 18. Februar 1885. Dr. OSCAR FRAAS.

Entgegnung.

Im Dezemberheft 1884 dieser Zeitschrift wünscht der Rezensent meines Buches „Der Atomaufbau in den chemischen Verbindungen" baldigst Mitteilung, mittels welcher Hilfsmittel der Verfasser „in den Besitz der bisher keinem Sterblichen zu teil gewordenen Kenntnisse" gelangt sei. Wenngleich die Antwort aus dem Werke selbst zu entnehmen war, soll doch in Berücksichtigung der durch Anführung einiger Stellen der Sache geleisteten Dienste dem Wunsche entsprochen werden.

Ausführlich dargelegt sind in Anmerkung 3 die Gründe, welche den Verfasser vor 12 Jahren zur Annahme dreidimensionaler Atome, ihrer räumlichen Anordnung in den Aggregaten, der Tetraëdergestalt für das Kohlenstoffatom u. s. f. bewogen haben. Der Wahrheit gemäß berichtet denn auch ein Referent der Vorarbeit (Lit. Centralbl. 1883 Nr. 52): „Auf dieser Grundlage baut der Verf. seine Ansichten auf unter Benutzung volumetrischer und kalorischer, krystallographischer, optischer und elektrischer Thatsachen." Ja ein anderer Rezensent derselben Schrift — zur Beruhigung für Herrn E. v. Meyer kein Naturphilosoph, sondern ein Kollege vom Metier — findet die Sache, welche letzterem unfaßbar erscheint, sogar höchst einfach. Nach Aufzählung der früheren Bestrebungen, Atomformen etc. zu bestimmen, fährt Herr Prof. R. Biedermann (Deutsche Litt. Zeit. 1883 Nr. 46) fort: „Der Verf. versucht nun auch . . . Dem Kohlenstoffatom gibt er, was sehr nahe liegend ist, die Gestalt des Tetraëders . . . . Die Vierwertigkeit entspricht natürlich den vier Tetraëderecken . . ."

Für chemisch gebildete Leser muß übrigens bemerkt werden, daß der durch (?) markierte Ausdruck „aktives Sauerstoffmolekül" wohl motiviert war durch die früher, selbst zu Berzelius' Zeiten, allgemeine und jetzt noch außerhalb Deutschlands übliche Gewichtsannahme = 8 für ein naszierendes Sauerstoffatom; unser Molekül ist mithin mit dem jetzigen zweiwertigen Sauerstoffatom vom Gewicht = 16 identisch und wird aktiv durch Abspaltung aus dem Paarling O_2 des passiven Sauerstoffes. Daß auch diese Erklärung anderen Chemikern plausibel erschienen, beweisen die der Anführung meiner Struktur-Darstellung der Kohlenwasserstoffreihen, Benzol-Derivate und Sauerstoff- und Schwefelatome unmittelbar folgenden Worte des Herrn Prof. Biedermann: „Soweit lassen sich die betreffenden chemischen Erscheinungen ganz gut und anschaulich erklären."

Diese Klarheit und Anschaulichkeit war nie zu erreichen durch nichtssagende Schlagwörter und bei den bisherigen rohen, konfusen und wandelbaren Begriffen von chemischen Atomen als den letzten Bestandteilen der Dinge, welchen die verschiedensten Eigenschaften, Elastizität und ohne Energieverlust in Ewigkeit wirkende Kräfte zugeschrieben werden. Daher betont ja der ersterwähnte Referent über meine Schrift gerade: . . . „und den Vorzug, daran zu erinnern, daß die zur Erklärung der chemischen Erscheinungen benutzten Vorstellungen, einschließlich der Atomistik und ganz zu schweigen von den Strukturformeln, immer noch recht grobsinnlicher Natur sind." Der Zusatz: „Zur Beseitigung dieser Zwangslage sind jedoch experimentelle Untersuchungen dienlicher", sowie die den Fachleuten scheinbar immanente Angst vor der bösen Naturphilosophie, mögen als signatura temporis auch erwähnt werden.

In der jetzt vorliegenden Schrift sind nun zur Begründung der früheren Annahmen zahlreiche neue Thatsachen angeführt und hauptsächlich die jetzt in allen Kulturländern mit regem Eifer betriebenen volumetrischen Untersuchungen benutzt. Außerdem mußten die mathematisch-physikalischen Entwickelungen aus den früheren Schriften des Verf. reproduziert werden, damit nicht gegen seine Erklärung vom Wesen des Elektrizitätsstoffes und dessen verschiedenen Aggregatzuständen falsche, aus anderen Wissenszweigen entlehnte Hypothesen vorgebracht werden sollten. Die einzige bisher eingegangene Rezension (Köln. Zeitg. 4. 10. 1884) beschäftigt sich nun gerade mit diesem Teil des Werkes, „welches über die herrschenden physikalischen Theorien zu Gericht sitzt", allein. Dieser Rezensent faßt aber die Sache ernst auf und verweist mithin die „physikalisch gebildeten Leser" auch auf die Begründung in der „durchgängig neue Gesichtspunkte" enthaltenden Schrift.

Berlin. L. Mann.

Ausgegeben den 2. März 1885.

Zum Studium der Kindersprache.

Von

Gustav Lindner.

(Schluß.)

II.

Kam es uns im bisherigen darauf an, die Fortschritte in der kindlichen Sprachentwickelung dadurch zu zeigen, daß wir im Lichte der kindlichen Fragen den Umfang des kindlichen Gedankenkreises zu umgrenzen uns bemühten, so soll im folgenden der Versuch gemacht werden, an einer Anzahl charakteristischer Urteile des Kindes die Art seiner logischen Operationen, d. h. die Beschaffenheit und den Wert des kindlichen Denkens zu illustrieren. Wir haben zwar dieses Gebiet im vorigen schon vielfach gestreift, da jede Frage bekanntermaßen ein Urteil in sich schließt. Allein es erschien uns doch wichtig genug, das, was dem Kinde als feste und darum fraglos von ihm ausgesprochene Wahrheit gilt, von dem, wofür es erst die Bestätigung von seiten seiner erwachsenen Erzieher einholen muß und das ihm daher als »fraglich« erscheint, zu scheiden und unter den besonderen Gesichtspunkt der Messung der darin sich äußernden geistigen Kraft zu stellen. Während somit unsere bisherige Betrachtung vorwiegend Umfang und Extension des kindlichen Gedankenkreises festzustellen suchte, so wird sich die weitere in erster Linie mit Kraft und Intensität des kindlichen Denkens beschäftigen.

Was nun zunächst den Wert des kindlichen Urteilens ganz im allgemeinen anlangt, so ist vor allen Dingen daran zu erinnern, daß die Geltung jedes Urteiles hauptsächlich von dem Werte der in demselben aufeinander bezogenen Begriffe abhängt. Wie häufig aber das Kind mit »falschen« Begriffen operiert, das ist jedermann zur Genüge bekannt und auch aus vielen der oben mitgeteilten Beispiele ersichtlich.

Dennoch würde man sehr irren, wenn man hieraus auf ein logisches Unvermögen des Kindes oder doch auf einen erheblichen Mangel seines Denkens gegenüber dem Erwachsener schließen wollte. Der einzige, wie wir glauben nur graduelle Unterschied zwischen dem Denken des Kindes und dem der Erwachsenen besteht vielmehr bloß darin, daß dem Kinde für verhältnismäßig viele und vergleichsweise ein-

fache Begriffe der nötige Erfahrungsinhalt mangelt und daß es daher nur das eine oder das andere, aber nicht alle wesentlichen Merkmale eines Begriffes im Denken vereinigt, oder aber daß es auf Grund seiner mangelhaften Erfahrung oft auch unwesentliche Merkmale zu wesentlichen stempelt; Fehler, die bekanntlich sämtlich auch den Urteilen Erwachsener anhaften können und thatsächlich nicht allzu selten anhaften, wie die Geschichte einer jeden Wissenschaft bestätigen kann und auch die etymologische Untersuchung einer nicht unbedeutenden Anzahl sprachlicher Begriffe. Auch hier mögen Beispiele meine Behauptung stützen!

Ich zeige eines Tages der vierjährigen Kleinen das Schloß ihres Wohnortes und mache sie zu diesem Zwecke auf die Größe des Gebäudes aufmerksam. Da sagt sie, mich verstehend: »Ich weiß es, Du meinst das, wo die zwei Kirchen auf dem Hause sind.« Es wurde sonach vom Kinde der Begriff »Turm« mit »Kirche« als völlig identisch gesetzt, was keineswegs zu verwundern war, da es bis dahin noch nicht in der Kirche gewesen war und von seiner Wohnung aus immer nur den Turm derselben gesehen hatte. So wie in diesem Falle bildet das Kind seine Begriffe oft nur mit Hilfe der äußerlichsten, in die Augen springenden Merkmale, die aber zuweilen gar nicht zum Wesen des Begriffes gehören. Noch drastischer ist mir in dieser Beziehung folgendes Urteil des 4¹/₄ Jahre alten Kindes erschienen. Als sie den ersten Kahn gesehen hat, macht sie die Bemerkung: »Nicht wahr, die kleinen (Kähne) nennt man Fische?« Man sieht leicht ein, daß das gemeinsame Merkmal des »Schwimmens« und vielleicht auch die längliche, dem Fischkörper nicht unähnliche Form die Veranlassung zu dieser lächerlichen Subsumption gegeben hatte. Noch possierlicher klang das sehr unerfahrene, aber nichtsdestoweniger altkluge Urteil der 4¹/₂jährigen, als sie sich die Oberhaut der Hand ein wenig abgeschürft hatte. Sie bemerkt mit schmerzlicher, fast in Thränen erstickter Stimme: »So Gott will, wird's wohl übers Jahr wieder gut sein.«

Auch aus der Neigung des Kindes, gemachte Erfahrungen gleich zu verallgemeinern, die ja bei Erwachsenen ebenfalls nicht selten vorkommt, entstehen häufig falsche Urteile. Unter diesen Gesichtspunkt dürfte das folgende »ungeflügelte Wort« fallen, das das 4jährige Kind beim Anblick einer durchlöcherten Tafel Chokolade aussprach. Es sagte mit dem Ernste eines Forschers, der eine große Wahrheit entdeckt hat: »Hier sind die Motten hineingekommen.« An eine humoristische Bemerkung, wie solche bei Kindern dieses Alters durchaus nicht fehlen, war, bei dem feierlichen Tone, mit dem diese Worte gesagt wurden, nicht zu denken. Das Kind hatte mehrfach von der Mutter über die durch Motten angerichteten Zerstörungen klagen hören, und leicht war daher die diesem Urteil zu Grunde liegende falsche Prämisse gebildet worden: Alle Zerstörungen an Gegenständen sind durch die Motten veranlaßt — deren Unhaltbarkeit dem Kinde aus Mangel an Erfahrung noch nicht deutlich geworden war.

In dieselbe Urteilskategorie gehört die um die nämliche Zeit vom Kinde gethane Frage, »ob die Nuß auch nach Petroleum schmecke«. Sie hat zuvor von einer Nuß gegessen, die als »ölig« bezeichnet worden

ist. Als sie bald nachher wieder eine Nuß erhält, thut sie die genannte Frage, indem sie das Petroleum für Öl überhaupt setzt. Dieses immerhin fehlerhafte Urteil dürfte eher als ein Beweis für die scharfe Logik des Kindes denn als ein logischer Mangel anzusehen sein. Denn sie hatte bis dahin in der That noch kein Rüböl kennen gelernt und an das Speiseöl zu denken mußte ihr um deswillen nicht logisch erscheinen, da dieses ihr ja nur als etwas Wohlschmeckendes bekannt war.

Überschreitet das Kind in seinen Urteilen seinen Erfahrungskreis weit, so nehmen dieselben geradezu den Charakter des Einfältigen und Kindischen an. Eine ganze Urteilsfolge dieser Art sei mir mitzuteilen verstattet, da sie eine nicht zu verkennende Ähnlichkeit mit gewissen Urteilen einer politischen Partei unserer Tage über die Wertschätzung der Arbeit enthält. »Warum pfeift Sonntags die Fabrik nicht?« fragte mich das 5jährige Kind. Ich: »Die Arbeiter sollen heute in die Kirche gehen.« »Brauchen denn die auch in die Kirche zu gehen, die arbeiten doch?« hält sie mir entgegen. Ich: »Wir arbeiten ja auch und gehen ebenfalls in die Kirche.« Sie: »Ja wir machen doch bloß Schularbeit.« Sie wollte offenbar sagen: »Wir arbeiten ja nicht mit den H ä n d e n.« Wer hätte nicht schon ähnliche kindische Auffassungen über den Wert der Arbeit von bekannten Volksverführern verbreiten gehört?

Der Mangel an Erfahrung, der den kindlichen Urteilen das Gepräge des Naiven und Einfältigen aufdrückt, äußert sich im Verkehr des Kindes mit Erwachsenen entweder in einer übergroßen Zutraulichkeit und Freiheit im Benehmen oder aber, wo es sich von den Erwachsenen bedroht glaubt, in schüchterner Furcht und lächerlicher Ängstlichkeit. So läuft z. B. mein $3^{3}/_{4}$ Jahre altes Kind bei Gelegenheit einer Reise auf einer Eisenbahnstation, wo Wagenwechsel stattfindet, beim Anblick unseres Reisekorbes auf den ihm völlig unbekannten Eisenbahnbediensteten zu und sagt ihm, er möge nur ja seinen »Ball«, der sich im Reisekorb befinde, gut versorgen. Sie ist hoch erfreut, als er ihr das unter Lachen zusichert. Und noch viel später (im Alter von $4^{1}/_{2}$ Jahren), wo ihre Kenntnis der sie umgebenden Welt schon ziemlich ausgebreitet genannt werden mußte, erhebt sie ein Zetergeschrei, als wir ihre Manie, die Schuhe auszuziehen, dadurch bekämpfen wollen, daß wir im Scherze sagen, es würden ihr nun die Schuhe »angenagelt« werden. Sie glaubt fest, daß wir so etwas zu thun im stande wären.

Nächst dem Mangel an Erfahrung ist es vor allem die noch f e h l e n d e S p r a c h g e w a n d t h e i t, welche die kindlichen Urteile in den Augen Erwachsener oft als schiefe oder gar als verworrene erscheinen läßt. So ist sicherlich vom logischen Standpunkte gegen das Urteil des $5^{1}/_{4}$jährigen Kindes: »Teuer ist mehr, billig ist nicht mehr« — gar nichts einzuwenden. Denn für das Kind bedeutete dieses Urteil: »Wenn eine Sache teuer ist, so muß man mehr Geld haben; wenn sie billig ist, nicht mehr, sondern weniger«; aber vermöge seiner sprachlichen Unbeholfenheit und auch, weil ihm das Urteil in der verkürzten Form völlig geläufig ist, bedient es sich der elliptischen Redeweise, in welcher nur die unentbehrlichen Begriffe genannt, die selbstverständlichen dagegen verschwiegen sind. Als ein sprachlich sehr verunglücktes, aber logisch

nicht sonderlich anfechtbares und darum auch für Erwachsene noch verständliches Urteil muß das folgende betrachtet werden: »Ich habe mir am Auge ein bissel Chokolade verbrannt.« Anscheinend geradezu absurd, aber doch nur sprachlich korrupt, ist ein Urteil des 3³/₄jährigen Kindes, das, an einer Kirche vorüberfahrend, freudig ausruft: »O, eine Kirche!« und hierauf vom Vater gefragt: »Woran erkennst du, daß das eine Kirche ist?« antwortet: »Das sehe ich von der Großmama.« Das Urteil war logisch völlig richtig, aber die korrekte sprachliche Form desselben mußte etwa folgende sein: Das sehe ich daran, daß das Haus so ist, wie das, das man im Hofe der Großmama sieht. Hier nämlich hatte sie ihren, wie schon zuvor gezeigt, falschen Begriff von »Kirche« gewonnen. Bezüglich der Gültigkeit der kindlichen Urteile hat sich mir überhaupt die Überzeugung aufgedrängt, daß logische Verstöße viel seltener beim Kinde vorkommen als Verstöße gegen die wegen einer Unzahl von Ausnahmen und Unregelmäßigkeiten so schwere Sprache. Ja wir werden sogar weiter unten sehen, daß das kindliche Denken in vereinzelten Fällen schärfer ist als die durch den Gebrauch sanktionierte Logik der Sprache.

Gegenüber den aus Mangel an Erfahrung mit »falschen« Begriffen gebildeten und den sprachlich ungenauen Urteilen des Kindes wird der sorgfältige Beobachter der Kindersprache auch oft Urteile bemerken, die von einem wirklichen Scharfsinn und von einer in Verwunderung setzenden Gewandtheit des Denkens Zeugnis ablegen. Diese Urteile verleihen dem Kinde einen Anstrich von »altklugem« Wesen, der mit der Naivetät des kindlichen Benehmens zuweilen in einem seltsamen Kontrast steht, aber dennoch dieselbe nicht ausschließt, ja, ich möchte sagen, nicht einmal beeinträchtigt. Denn das Kind hat ja meist von der Tragweite solcher »altklugen« Urteile nicht eine Ahnung, es »spricht ein großes Wort gelassen aus« und unmittelbar hinterher redet es, namentlich wenn es dem Spiele seiner Phantasie freien Lauf läßt, wieder das ungereimteste Zeug von der Welt. Dieser oft so jähe Wechsel »vom Erhabenen zum Lächerlichen« verleiht dem kindlichen Sprechen und Denken in den Augen der Erwachsenen einen besonderen Reiz, während er, an Erwachsenen sich zeigend, uns höchst bedenklich erscheint und das Anzeichen von Wahnsinn oder doch einer besorgniserregenden Störung der geistigen Funktionen ist.

Zu den altklugen Urteilen gehört die Warnung der 3¹/₂jährigen an ihre Gespielinnen: »Ich sehe es kommen, Ihr werdet das schon zerbrechen« — oder um dieselbe Zeit: »Ich habe ganz gehörig gefroren.« Auch die Urteile, deren Qualität durch »natürlich«, »freilich«, »eben« verstärkt wurde und die sich bei dem 4jährigen Kinde einer besonderen Vorliebe zu erfreuen hatten, sind hierher zu zählen. So sagt es, als ich mit ihm spazieren gehen will und es, während ich noch lese, mit einem »ich komme gleich« vertröste: »Nein, wenn Du noch liest, kommst Du eben nicht gleich.« Geradezu frappant klingt aber das Urteil des 5¹/₂jährigen: »Ich und Hänschen (ihr jüngerer Bruder), wir bleiben gewiß am längsten leben, weil wir noch am jüngsten sind. Wenn wir groß sind, seid Ihr (die Eltern) vielleicht schon lange gestorben.« Das wurde mit großer Ruhe und Verstandeskälte gesagt, gewissermaßen

als ob es ein unabänderliches Naturgesetz sei, vor dem man sich einfach zu beugen habe. Zwei Monate früher sprach sie ihre Freude am Leben in ähnlicher altkluger Weise aus: »Ich freue mich, daß ich noch nicht gestorben bin; ich mag auch nicht sterben, wenn ich alt bin.«

Der kindlichen Phantasie verdankt wohl folgendes sinnige Urteil sein Entstehen. Das $4^1/_4$ Jahre alte Kind sagt auf einem Abendspaziergange beim Anblick des gestirnten Himmels: »Sieh, Papa, dort guckt der liebe Gott.« Ich: »Wo denn?« Sie: »Die Sternchen ist der liebe Gott.« Und auch die schönen poetischen Bezeichnungen für den Auf- und Untergang der Sonne und der Sterne, die »aufgeblüht« oder »zu Bett gegangen« sind, dürften hier genannt werden.

In ihrem vollen Lichte scheint mir der folgende kleine Vorfall die treffende Logik und die Schärfe des kindlichen Verstandes zu zeigen. Das $5^1/_2$jährige Kind schenkt mir eine von ihm selbst gefertigte Fröbel'sche Flechtarbeit. Ich: »Was soll ich damit machen?« Sie: »Dir's aufheben.« Ich: »Dann kann ich es aber doch nicht benutzen?« Sie: »Du hebst doch Deine Bücher auch auf, wenn Du einmal alt wirst und nicht mehr daraus lernst.« Das war ganz und gar eigene Abstraktion des Kindes, denn es ist nie ein Gespräch ähnlichen Inhalts von ihm gehört worden. Auch das einige Tage später geäußerte allgemeine Urteil, wonach sie einer Bekannten, der sie etwas zum Geburtstag schenken will und die ihr erklärt hat, sie habe gar keinen Geburtstag, denn sie sei nicht geboren, schlagfertig erklärt: »Dann wäre gar niemand geboren, wenn Sie nicht geboren wären,« zeugt von einer nicht unbedeutenden logischen Virtuosität des Kindes. Die nämliche schlagfertige Gewandtheit, verbunden mit einem Anflug von Schalkhaftigkeit, gab sich aber schon viel früher zu erkennen. So sagt das 3 Jahre 10 Monate alte Kind, als eines Tages seine Gespielin ihm von der Straße aus zuruft: »Was machst Du?« und ich im Scherze zu ihm sage: »Sprich: nicht folgen,« ohne weiteres Besinnen: »Gut folgen.« Sie hatte meinen Scherz offenbar verstanden, denn sie lachte mir ob ihres gethanen Ausspruchs schelmisch zu. Mit der nämlichen schalkhaften Miene erklärt das 3jährige Kind, als es wegen seiner gelegentlich des Waschens verübten Seifenverschwendung eine Zurechtweisung erhält: »Auf dem Schrank ist noch viel oben« (nämlich Seife).

Ein Zwittergebilde von Humor und Dummheit liegt jedenfalls in der sonderbaren Äußerung des Kindes, wonach es auf die Worte der Mutter, die ihm eine seiner in Verlegenheit setzenden Fragen mit »ich weiß nicht« hat beantworten müssen, naiv erklärt: »ich weiß es auch nicht«. Und Dummheit mit Verstand gepaart zeigt sich im folgenden. Auf die Frage des Vaters an die dreijährige: »Warum geht die Mama nicht auch in die Fabrik wie Frau S. (eine ihr bekannte Fabrikarbeiterin)?« antwortet sie: »Weil sie keinen solchen schwarzen Korb hat als die Frau S.« Ich: »Warum kauft sie denn keinen?« Sie: »Wir sind doch Oberlehrers, wir gehen nicht in die Fabrik.«

Viel gewandter und anscheinend sehr erfahren benahm sich die vierjährige bei einer ihr von mir bereiteten Verlegenheit. Sie hat auf einem Spaziergange über Land mit uns Bier getrunken. Beim Fortgehen

wird sie von mir aufgefordert, auch zu bezahlen. Da nimmt sie nach einigem Zögern das Taschentuch und will es der Wirtin an Stelle des Geldes darreichen. Da diese das als nicht gültig zurückweist, sagt sie nach kurzem Besinnen: »Ich habe aber doch gar kein Glas für mich gekriegt, ich habe ja nur mit Euch getrunken, da brauche ich auch nicht zu bezahlen.« Das war ein Produkt ihres eigenen Denkens, denn sie hatte sich bisher nie in einer ähnlichen Lage befunden. Mir scheint diese Probe kindlicher Logik beachtenswert wegen der Klarheit des darin sich aussprechenden Rechtsgefühles.

Haben wir in den bisher aufgeführten Urteilen in erster Linie die Verstandeskräfte des Kindes walten sehen, so sollen im folgenden noch eine Anzahl von Aussprüchen zusammengestellt werden, in denen das Gemüt des Kindes den Hauptanteil am Vollzuge des Urteils hat und die wir deshalb gemütliche Urteile nennen möchten. Sie mögen Zeugnis ablegen für die Zartheit des kindlichen Gemütes und für seine außerordentliche Empfindlichkeit für Recht und Unrecht, Lohn und Strafe, Anerkennung und Zurechtweisung, aber auch für den hohen, um nicht zu sagen edlen, sittlichen Standpunkt, von welchem aus das Kind Recht und Unrecht beurteilt.

Als die Mutter die Unfolgsamkeit und Vergeßlichkeit des 3 Jahre 5 Monate alten Kindes dadurch korrigieren will, daß sie mit ihm nicht redet, weil sich Schläge zum Zwecke der Stärkung ihres Willensgedächtnisses um jene Zeit fast fruchtlos erwiesen hatten, da ist die Wirkung wider Erwarten groß. Das Kind schluchzt und erklärt mir auf Befragen: »Die Mama redet nicht mit mir.« Und als die Mutter sie wieder beruhigt hat, sagt sie treuherzig: »Wenn ich nun auch einmal mit Dir nicht reden thu', Du mußt mir gut folgen und mit mir reden.« Um dieselbe Zeit vermag sie es nicht zu ertragen, wenn man sie barsch und unsanft ob ihrer Fehler zur Rede stellt. Sie kritisiert solches Benehmen gegen sie zu wiederholten malen mit den herzlich gesprochenen naiven Worten: »Wenn ich es nur einmal so thät' bei Dir machen.« Am ersten Abend während einer Ferienreise legt sich die Vierjährige mit den schmerzlichen Worten zu Bett: »O, mein Junge!« (Sie schlief bisher nur »mit ihrem Jungen« ein; an diesem Abend mußte sie den Vielgeliebten entbehren, was ihr gar nicht leicht fiel.) Als ich einst der Mutter Vergeßlichkeit rüge, da sagt sie ($4^1/_4$ Jahre alt) in einem so naiv unschuldigen und mit der Bedeutung der Worte so sehr divergierenden Tone, daß wir beide kaum das laute Auflachen unterdrücken konnten: »Mama, hör' nur nicht drauf!« Beim Wiederfinden ihrer lang vermißten Kutsche schreit sie jubelnd auf: »Ach, das Glück, daß ich sie wieder habe!«

Ebenso verständig als tiefgemütlich ist der Ausspruch des $4^3/_4$ Jahre alten Kindes: »Ich bin mir gar nicht gut, ich bin bloß Dir gut (zum Vater).« Und als die Mutter fragt: »Bist Du mir auch ein bischen gut?« entgegnet sie mit weinerlicher Stimme: »Ich bin Dir nicht bloß ein bischen gut.« Noch herzlicher spricht sie ihre Liebe zum Vater ein halbes Jahr später aus. Sie hat ihn umhalst und drückt ihn so sehr sie vermag; dann sagt sie mit rührender Liebe: »Ich bin Dir noch mehr gut: so sehr

kann ich Dich nicht drücken, wie ich Dir gut bin.« Das Kind hat also schon einen Begriff von einem unaussprechlichen Gefühl und wie schön ist dieses vom Kinde gesagt! Wie reich muß das kindliche Gemütsleben schon in dieser frühen Entwickelungsperiode sein!

Von einer edlen Selbstverleugnung und Teilnahme am Schmerz anderer und daher von einem hohen sittlichen Standpunkte des Kindes zeugt folgender kleine Vorfall. Die Mutter hat die $5^1/_3$jährige aus Unvorsichtigkeit am Finger verwundet und ihr nicht unbedeutenden Schmerz zugefügt. Als ich dieselbe deshalb zu größerer Vorsicht mahne und meinen Unwillen ausspreche, da sagt das weinende Kind, indem es lauter zu weinen anfängt: »Da weine ich über Dich, wenn Du die Mama auszankst.« Um dieselbe Zeit erzähle ich ihr auf ihre Bitte hin, sie mit einer Geschichte zu unterhalten, die Geschichte Josephs und seiner Brüder. Da bittet sie mich bald, nicht weiter zu erzählen und erklärt mit thränenerstickter Stimme: »Der Joseph dauert mich so sehr.«

Die Zartheit des kindlichen Gewissens wird statt vieler Beispiele folgender Ausspruch illustrieren. Beim Zubettgehen sagt die $5^1/_2$-jährige zu mir: »Papa, sage mir nicht abends etwas Unrechtes, sonst kann ich nicht einschlafen.« Ich: »Was denn für Unrechtes?« Sie: »Was ich gethan habe am Tage.« Ich hatte ihr am Abend zuweilen ihre kleinen Vergehen vorgehalten, um ihr Gedächtnis des Willens zu stärken.

Groß ist des Kindes Teilnahme an fremdem Schicksal. Bei einer im Nachbarorte ausgebrochenen Feuersbrunst schreit sie ($5^1/_2$ Jahre alt) laut auf: »Ach, die armen Leute!« und läßt sich nur schwer durch den Hinweis darauf, daß der angerichtete Schaden wieder gut zu machen sei, beruhigen. Einige Stunden später erzählt sie der Hauskatze das aufregende Ereignis mit den Worten: »Denk' nur, Miez, die armen Leute sind verbrannt (statt abgebrannt).« Um dieselbe Zeit gibt sie ihrer Freude über den Eintritt der Weihnachtsferien in folgenden Worten Ausdruck: »Ich freue mich aber, daß nun Ferien sind; da brauchst Du (der Vater) doch nicht in dem garstigen Wetter hinauszugehen und wirst nicht krank.« Den Schluß dieser, das Kindesgemüt kennzeichnenden Urteile möge ein Wort des 5 Jahre 10 Monate alten Kindes bilden. Als die Rede von einem ihr bekannten Kinde ist, das den Vater durch den Tod verloren, da sagt sie: »Wenn ich keinen Papa mehr hätte, da thät' ich weinen, da thät' ich die Nacht noch dran denken.« Wie ergreifend schön ist das ausgedrückt, so einfach und doch so wahr, weil tief empfunden! So redet die Sprache des Herzens.

Hierauf lasse ich noch einige kindliche Urteile folgen, die ich als praktische bezeichnen möchte, da sie ihren Ursprung in dem Willen des Kindes und in dem Verhalten haben, welches das Kind den elterlichen Befehlen gegenüber einschlägt, also sein praktisches Handeln und seine Stellungnahme zu seinen Pflichten charakterisieren. Zunächst kann ich hierbei im allgemeinen konstatieren, daß mir bis auf diese Stunde noch kein einziger Fall von offener Widerspenstigkeit und direkter Verweigerung des Gehorsams an meinem Kinde vorgekommen ist, wohl aber eine ungezählte Menge von Übertretungen der elterlichen Gebote aus Vergeßlich-

keit und Leichtsinn. Die meisten Verstöße gegen das Gebot der Eltern läßt sich das sehr bewegliche und aufgeweckte Kind zufolge seines überaus entwickelten Geselligkeitstriebes zu schulden kommen. Hierin kennt sie keine Selbstbeherrschung und trotz wiederholter Bitten und Verweise und empfindlicher Strafen von seiten der Eltern und des von ihr immer wieder erneuerten Versprechens, nicht ohne Bewilligung der Eltern das Haus zu verlassen, ist sie, wenn man sie nicht in flagranti erwischt, unvermerkt zur Freundin in die Nachbarschaft, mit der sie dann gewöhnlich in die nahen Felder und Wiesen streift, um den Blumenteppich der Wiesen zu plündern und nebenbei Kleider und Schuhe zu beschmutzen. Der Versuchung, an reifen Früchten im Garten vorüberzugehen, ohne davon zu naschen, widersteht sie ohne sonderliche Schwierigkeit. Auch die von Verwandten geschenkten bekannten Zuckertüten erleben meist ein relativ hohes Alter und sie begnügt sich dabei mit einer kleinen, aber jeden Tag verabreichten Gabe. Sie findet es auch selbstverständlich, daß der Vater über die Verwendung der ihr geschenkten Eßwaren verfügt. Aber doch gibt sich auch in dieser Beziehung schon der Drang nach größerer Freiheit und höherer Achtung ihrer Person zu erkennen; denn sie fühlt es als eine Zurücksetzung (5½ Jahre alt), daß sie um jeden Apfel bitten muß, während die erwachsene Pflegerin ihres Brüderchens, also eine Fremde, sich »doch auch Äpfel nehme, ohne zu fragen«. Dabei macht sie ihre Größe und ihr Kindesrecht geltend, gibt aber ihre Emanzipationsgelüste gegenüber der bestimmten Verweigerung des Vaters auf, des Vaters Willen höher als den eigenen achtend.

Diesen Erfahrungen gegenüber steht aber folgender Fall einer Pflichtverweigerung, wobei es sich gewissermaßen um eine Kollision der Pflichten infolge einer Art höheren Pflichtgefühles von seiten des Kindes handelt. Es erklärt mir nämlich das 4¼jährige Kind, das zu einer kleinen Dienstleistung aufgefordert worden war und auch stets seine höchste Freude darin fand, sich nützlich zu machen (wie das ja bei kleinen Kindern meist der Fall ist): »Papa, ich kann nicht helfen Bohnen abnehmen, ich muß meine Kinder (die Puppen) versorgen.« Ich gewann die Überzeugung, daß Unlust zu der verlangten Arbeit durchaus nicht vorlag, sondern daß das Kind sich wirklich einbildete, daß die Pflege seiner »Kinder« der ihm unbedeutender scheinenden Arbeit im Garten vorgehe. Die Puppen wurden hier zu einem Mittel für die Erweckung eines höheren Pflichtgefühles.

Im Gegensatze hierzu stehen freilich auch Urteile, die das kindliche Pflichtgefühl in einem weniger günstigen Licht erscheinen lassen. Sicherlich war es nicht ein höheres, sondern ein sehr geringes Pflichtgefühl, als sie sich einst (4¾ Jahre alt) wegen der Beschmutzung ihrer Kleider mit den Worten verteidigte: »Der Walther war so gerannt, und da war ich hingefallen.« Sie wollte damit die Verantwortlichkeit für ihr Thun auf andere abwälzen, ohne es aber zu wagen, ihre Schuld positiv in Abrede zu stellen. Ein ähnlicher Versuch dieser Art gehört mir geradezu zu den psychologisch-rätselhaften Erscheinungen. Das 4¼-jährige Kind hat einen von der Mutter ihm gegebenen Auftrag nur zum Teil richtig ausgeführt. Darüber zur Rede gestellt, beruft es sich auf

eine vom Vater ihm gegebene Gegenordre. Als sie hierauf vom Vater ins Verhör genommen wird, beharrt sie dennoch auf ihrer Aussage, obwohl zwischen ihr und dem Vater kein Wort des Inhaltes gewechselt worden war. Auch nachträglich konnte ich nicht sie zum Eingeständnis der Wahrheit bringen. Da ihr nicht der mindeste Vorteil aus der Veränderung des mütterlichen Befehls erwuchs und sie auch sonst stets jeden Versuch zu lügen mit lobenswerter Offenheit gestand oder sich dabei immer durch eine leicht bemerkbare Unsicherheit verriet, so ist mir dieser Fall heute noch insofern rätselhaft, als ich mir nicht wohl vorzustellen vermag, daß das Kind an selbst geschaffene Irrtümer wie an unumstößliche Wahrheiten glauben könne.

III.

Während wir bei Durchmusterung des kindlichen Gedankenkreises und bei Prüfung der kindlichen Urteile das inhaltliche Element der kindlichen Sprache in den Vordergrund unserer Betrachtung gestellt und diesem, wie wir glauben, mit Recht eine eingehendere Beachtung geschenkt haben als dem formellen, denn der Gedanke ist die Seele der Sprache, der Laut dagegen nur der Körper, wollen wir im weiteren das rein *sprachliche* Element der Kindersprache ins Auge fassen und uns bei unseren ferneren Untersuchungen auf den philologischen Standpunkt stellen.

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß im Sprechen normal sich entwickelnde Kinder auf der in Rede stehenden Entwickelungsstufe, vom 3. bis 6. Lebensjahre, die meisten Laute ihrer Muttersprache lautrichtig aussprechen *können*; ein anderes ist es freilich, ob sie dieselben wirklich so aussprechen. Jeder Vater und Erzieher, dem die Art, wie sich sein Kind der Sprache bedient, nicht gleichgültig ist, weiß, wie viel es in dieser Hinsicht zu erinnern und zu korrigieren gibt, besonders wenn es gilt, durch den Dialekt verursachte Unarten in der Sprache auszurotten.

Bei meinem Kinde waren die phonetischen Schwierigkeiten der Sprache bereits mit dem 3. Jahre sämtlich überwunden, denn alle nachher noch vereinzelt auftretenden phonetischen Fehler wurden auf geschehenes Erinnern sofort korrigiert und waren daher bloß Nachlässigkeiten im Sprechen. Dagegen verursacht ihm heute noch das Nachsprechen außergewöhnlich langer ihm unverständlicher Worte eine gewisse Schwierigkeit. Hierbei tritt ein Rückfall in die alten, früher häufig beobachteten Sprachfehler ein. So werden z. B. die Anfangslaute der folgenden Silbe in die voraufgehende gesetzt oder umgekehrt, oder es werden die Anfangslaute mehrerer Silben einander assimiliert. Beispielsweise lautete das Wort Neapolitanisch bei den ersten Nachsprechversuchen ohne vorausgegangene Übung Leaponitanisch, Neaponitanisch und Peaponitanisch, aber nach kurzer Übung und langsamem Nachsprechen von je zwei Silben wird das Wort von dem 6jährigen Kinde richtig wiedergegeben, ja selbst das noch schwierigere Konstantinopolitanisch wird nach einiger Übung korrekt nachgesprochen. Eigentümlich war meinem $3^3/_4$jährigen Kinde eine *absichtliche* Korruption der Laute, durch welche es auf eine

frühere Stufe seiner Sprachentwickelung sich zurückversetzen wollte. Sie fragte zu diesem Zwecke sogar oft, wie sie das oder jenes Wort früher ausgesprochen habe und bediente sich dieses Kauderwelsch besonders gern im Verkehr mit ihren Puppen. Vielleicht aus Mangel an Abstraktionsvermögen oder aus besonderer Vorliebe für diese kindischen Laute brauchte sie dieselben auch oft im Verkehr mit Erwachsenen, und wir hatten mehrere Monate hindurch mit dieser sprachlichen Unart zu kämpfen.

Viel mehr als in phonetischer Hinsicht unterscheidet sich die Sprache des Kindes auf der fraglichen Altersstufe in lexikalischer und etymologischer Beziehung von der Sprache der Erwachsenen. Es kommen in diesem Betracht die wunderlichsten und originellsten Wortbildungen und Wortableitungen vor, von denen ich nur die auffälligsten beobachteten anführen will. Das Wort für Limonade hieß im Lexikon meines Kindes lange Zeit »Besser-Mimi«, weil die Mutter dem 2jährigen Kinde, als es »Mimi« (Milch) verlangte, Limonade dargereicht hatte mit den Worten: »Das ist etwas Besseres als ‚Mimi'«. Wenn ich das nicht zufällig gehört hätte, würde ich wohl kaum das Kind verstanden haben, als es tags darauf »Besser-Mimi« zu trinken verlangte. Lange Zeit wurde nun dieses sonderbare Kompositum beibehalten. Erst als es die Eltern nicht mehr mitgebrauchten, wurde es auch vom Kinde außer Kurs gesetzt und der richtige Begriff dafür aus der Sprache der Erwachsenen entlehnt. Ähnliche rein agglutinierte Bildungen sind besonders bei solchen Kindern, denen die Aneignung der Sprache größere Schwierigkeiten bereitet, ziemlich häufig. So nennt mich heute noch ein $4^3/_4$jähriges Kind »Olga-Papa« statt »Papa der Olga« oder »Olgas Papa«. Mein $3^3/_4$ Jahre altes Kind vertauscht den ihm viel zu langen Namen »Pferdeeisenbahnwagen« mit dem kürzern von ihm selbst gebildeten »Singewagen«, nach dem ersten gelegentlich einer Reise in Chemnitz von ihm gesehenen, der wegen zu starker Reibung gegen die Schienen ein tönendes Geräusch hervorbrachte. Wie fest aber solche Augenblickseindrücke im Gedächtnis des Kindes haften, beweist der Umstand, daß das Kind, als es $^1/_4$ Jahr später im »Chemnitzer Tageblatt« einen Pferdebahnwagen abgebildet sieht, mir denselben mit den Worten zeigt: »Papa, eine Singekutsche.« Während der ganzen Zeit war des »Singewagens« nicht mit einem Worte gedacht worden. Überhaupt habe ich es aus pädagogischen Gründen und auch, um den Zweck meiner Beobachtungen möglichst vollständig zu erreichen, allermeist geflissentlich gemieden, eine von dem Kinde gemachte originelle Wortbildung zu adoptieren. Ebenso unverständlich als »Singewagen« dürfte der im Lexikon meines Kindes eine nicht unwichtige Rolle spielende Begriff »Ackermann« für »Soldat« sein. Diese seltsame Benennung beruht einfach auf dem bekannten Grundsatze: A potiori fit denominatio. »Ackermann« hieß nämlich der dem Kinde bekannte Polizeidiener, und mit ihm verglich es, offenbar bloß der Kleidung wegen, die ihr noch nicht bekannten Soldaten. Daß der Eigenname vielfach vom Kinde als Gattungsname aufgefaßt wird, ist eine häufig zu beobachtende Erscheinung. Auch vom kleinen Schiller erzählt Palleske, daß er jeden Bach ein »Neckerle« genannt habe. Zwei Kinder meiner Verwandtschaft bezeichnen jedes Gewässer nach ihrem heimatlichen Flusse als eine

»Mulde«. Aus einer ähnlichen Verallgemeinerung der Begriffe wird von meinem Kinde aller Marmor als »*Tischstein*« bezeichnet, weil es denselben an der Tischplatte eines Marmortischchens kennen gelernt hat. Und in einer Zeit, wo der Begriff »Beere« noch nicht klar angeeignet ist, werden vom Kinde die Weinbeeren »*Weinkirschen*« genannt.

Zu den der Kindersprache eigentümlichen Begriffen gehören auch gewisse *originelle Composita*, welche die kindliche Sprache relativ reicher an Begriffen erscheinen lassen als die Sprache Erwachsener. So kennt zwar die Sprache der Erwachsenen Brand-, Stich-, Bißwunden und ähnliche, in der Kindersprache dagegen, die viel reicher an Beobachtungen als an Abstraktionen ist, gibt es statt deren ein »Lampen-, Ofen-, Messer-, Glas-, Hunde-, Katzenwehweh« und ähnliche. Daher sagt mein 4jähriges Kind: »Drück' mich nicht an mein Katzenwehweh!« d. h. an die Wunde, welche ihm die Katze beigebracht hatte. In dieser Hinsicht gleicht die Kindersprache der an synonymen Ausdrücken reichen Sprache einer früheren Periode der Sprachentwickelung, der Kindheitssprache der Völker, in der ja auch beispielsweise der Begriff »essen« in einer ganzen Anzahl von Formen vorhanden war, je nach der Zeit und Veranlassung des Essens, ja sogar nach der Speise, die gegessen wurde, wie das heute noch die Sprachen mancher wilder Völkerschaften beweisen.

Interessant ist es auch zu beobachten, wie das Kind eine ihm unverständliche Etymologie sich zurechtlegt und hiernach manche *sprachliche Begriffe verändert*. So habe ich bei vielen Kindern, auch bei meinem eigenen, die Bildung »*einwas*« für »etwas« beobachtet. Auf Grund dieser falschen Etymologie, in der aber doch ein Körnchen Wahrheit liegt, da das »et« soviel als »irgend*eins*« bedeutet, bildet dann das Kind die neuen Begriffe »zweiwas«, »dreiwas«, »vierwas« u. s. w., bis es allmählich hinter die indefinite Bedeutung des Wortes »et« kommt. Für »Aschenbrödel«, dessen Ableitung ihm nicht einleuchtend zu sein schien, sagte mein Kind lange Zeit »Aschen*gretel*«. Zu einer Zeit, in der sie sich der Wortbildungen, namentlich der Wortzusammensetzungen, bewußt wird, gereicht es ihr zum Vergnügen, gewisse Wortzusammensetzungen zu verändern und dadurch neue Verbindungen herzustellen. So bildet sie ($4^3/_4$ Jahre alt) zu Goldammer das Wort »Silberammer« und zu Frühstück das kaum zu tadelnde »Abendstück«. Besonderer Aufmerksamkeit erfreuen sich um dieselbe Zeit bei ihr die Eigennamen, deren Bedeutung sie nachforscht und wobei sie es sonderbar findet, daß einer »Ackermann heißt, der doch gar nicht ackert«. Und auch noch in bestimmterer Weise übt das 4jährige Kind Kritik an der Sprache der Erwachsenen. Es kehrt sich wenig daran, daß es in der Sprache Erwachsener »Zahn*stocher*« heißt, sie nennt das Ding »Zahn*stecher*« und erklärt auf mein Bedeuten in einer gewissen rechthaberischen Weise: »Er heißt Zahn*stecher*« — so lebhaft ist sein Gefühl für Analogiebildungen, die in diesem Falle sämtlich für die Auffassung des Kindes sprachen. Auch Bildungen wie »*einste*, zweite, *dreite*«, die regelmäßig vom 4jährigen Kinde beliebt wurden und längere Zeit hindurch festgehalten worden sind, und das nur einmal gehörte »elf,

zwölf, drelf« (für dreizehn) gehören hierher. Auch die Bildung »eingolden« im Sinne von »vergolden« ist gar nicht übel.

Eine beachtenswerte Wortbildung des 5jährigen Kindes ist mir auch die Bildung von »Buckelkorb« für »Tragkorb«. Sie ist offenbar veranlaßt durch das dem Kinde früher bekannte Wort »Handkorb«. Vorausgesetzt, daß der Handkorb als der häufiger im Gebrauche befindliche von der Sprache richtig benannt worden ist, so muß man die Bildung »Buckelkorb« für den auf dem Rücken (im Dialekte »Buckel«) getragenen Korb entschieden als logischer bezeichnen wie die das Wesen der Sache gar nicht treffende »Tragkorb«. Als eine fernere hübsche Analogiebildung des 5jährigen Kindes möchte ich das Adjektiv »fürchtlich« hinstellen. Sie sagt, als sie einen Hund angreifen soll: »Ich bin fürchtlich, daß er mich beißt.« Auch sonst noch verrät das Kind eine nicht zu verkennende Vorliebe für diese mit der Endung »lich« gebildeten, gemütlichklingenden Adjektiven, die sich ja bekanntlich auch einer auffälligen Bevorzugung von seiten GOETHE's in »Hermann und Dorothea« zu erfreuen hatten. So braucht schon das 4jährige Kind »löchlich« für »durchlöchert« oder »mit einem Loche versehen«. Sie sagt z. B. von einer Birne, die von Wespen angefressen worden ist: »Sie ist ein bißchen löchlich.« Auch die Bildung der $5^1/_2$jährigen »dreiig«, nach Analogie von »einig« (so nennt sie nämlich eine mißgestaltete dreiteilige Kartoffel) dürfte vom Standpunkte des Sprachforschers aus nicht zu verwerfen sein. Diese und ähnliche Bildungen der Kindersprache scheinen mir mehr Anspruch auf Fortdauer zu haben als manche von der Sucht nach Originalität diktierte Neubildungen moderner Schriftsteller, die oft dem tief begründeten Gesetze ganz und gar Hohn sprechen, daß nur die am häufigsten gedachten und am tiefsten empfundenen Gedanken von der Sprache mit einem einzigen Worte belegt werden, während für die seltneren und weniger empfundenen die Umschreibung oder der Satz eintritt. Aus einem ähnlichen Mangel an sprachlichem Takte wie jene Schriftsteller bildet mein $5^1/_2$jähriges Kind das originelle Wort »angestreift« für »in Streifen angesetzt«. Es sagt nämlich von einem mit Goldstreifen besetzten Puppenkleide: »Hier ist Gold angestreift.«

Auch zwei eigentümliche Verbalbildungen mögen hier noch Aufnahme finden. Von einem Gegenstande, der auf einen andern geklebt gewesen war, aber nicht mehr haftete, sagt die $4^1/_2$jährige: »Er ist abgeklebt.« Diese als falsch zu bezeichnende Analogiebildung entstand natürlich deshalb, weil die Bedeutung des Wurzelwortes »kleben« noch nicht richtig gefühlt wurde. Das andere, etwas später gehörte Wort war »unterfahren«. Das Kind sagt: »Nicht wahr, wenn einmal der Eisenbahnzug hierherkäme und ich wäre auf der Straße, da würde ich unterfahren?« Sie bestimmt also das »Überfahrenwerden« nicht, wie der gewöhnliche Sprachgebrauch thut, vom Subjekte des Überfahrens, sondern vom Objekte aus, das während des Darüberfahrens sich unten befindet; daher die logisch durchaus nicht angreifbare Bildung »ich werde unterfahren«.

Auch Fremdwörter figurieren bereits im Lexikon der Kinder-

sprache. Sie werden aber meist mit dem nämlichen Geschicke angewendet wie die Fremdwörter des alten Inspektors »Bräsig«. So sagt schon mein $4^1/_2$jähriges Kind: »Das schmeckt *wie* famos.« Noch ärgeres hörte ich im Eisenbahnwagen von einem ungefähr 5jährigen Knaben, der anscheinend den niederen Schichten des Volkes angehörte und seinem Vater den Fund eines Eisenbahnbillets mit süßsaurem Gesichte und den tragikomischen Worten anzeigte: »Es ist aber schon *krepiert.*« Es war nämlich schon zweimal koupiert. Man konnte zweifelhaft sein, ob man es hier mit einer Kinderetymologie oder mit einer in gewissem Sinne poetischen Auffassung des kleinen Sprachverderbers zu thun hatte.

Es ist nicht zu verwundern, daß die kindliche Sprache auch in bezug auf *grammatische Verhältnisse* mancherlei Besonderheiten aufweist. Bedenkt man, welche Unsumme von Ausnahmen allein in der starken Flexion der deutschen Verben vorkommen, so muß man geradezu erstaunen über die Geistesarbeit des Kindes, das es fertig bringt, innerhalb des kurzen Zeitraumes von sechs Jahren ohne alle Belehrung, bloß auf Grund des Nachahmungstriebes und des dadurch erlangten Sprachgefühles das Wesentlichste und Grundlegende der Grammatik sich anzueignen. Denn was will das sagen, daß z. B. das $3^3/_4$jährige Kind dem Vater meldet, als es die Zeitung richtig besorgt hat: »Ich habe es *geweißt*?« Ist es nicht vielmehr ein Beweis für die Feinheit des grammatischen Gefühls, welches unbewußt die Regel abstrahiert hat, daß Verben, die im Particip praet. »t« haben, ihren Stammvokal nicht ändern? Was Wunder, wenn Verben von so verschiedenen Formen, wie »wissen, weiß, wußte, gewußt«, des Kindes ganze grammatische Kenntnis wieder über den Haufen werfen? Oder ist es ein Beweis gegen das Sprachtalent des Kindes, daß es (4 Jahre alt) die erste Reflexivbildung mit dem Determinativum bildet, wenn es sagt: »Die gute Hannchen gibt mir alles von *sie* (statt sich)« und ein andermal: »Die hat den Jungen mitgenommen bei *sie*«? Hat nicht das Kind erst mit Mühe und Not im Deklinieren sich die Kasusformen sie, ihr, ihr, sie angeeignet, und jetzt auf einmal soll es den speziellen Fall, wo die Handlung sich auf das Subjekt zurückbezieht, anders bezeichnen? Ebenso wenig Auffälliges liegt im Fehler der 4jährigen, daß sie das »Vergißmeinnicht« immer nur »Vergiß*mirnicht*« nannte, hatte sie doch oft vom Vater die Aufforderung: »Vergiß mir nicht!« gehört. Und warum sollte sie denn hier gerade anders lauten? Denn daß der Name dieses Blümchens eine Imperativbildung ist, das ist dem feinen Sprachgefühle des Kindes nicht entgangen. Verwunderlicher erscheint mir schon eine vom $4^1/_2$jährigen Kinde total falsch gebrauchte Imperativform. Sie sagt, wenn ich sie des Abends zu Bett gebracht habe: »Komme mit der Mama und der Lina herauf und *Du auch mit!*« Dieser Fehler wurde mehrere Monate hindurch regelmäßig gemacht, bis ich sie endlich darüber belehrte, aber mit geringem Erfolg; endlich hat er sich verloren. Er ist deshalb auffällig, weil ja der Imperativ anerkanntermaßen eine der am meisten gehörten und darum auch am frühesten vom Kinde angeeigneten Modusformen des Verbs ist und weil diese falsche Form früher nicht aufgetreten war, sondern nur in der angegebenen Zeit.

Die in der Kindersprache fortwährend Unheil anrichtende starke Konjugation des Verbs ist der Grund, weshalb das Kind es anfangs vorzieht, die meisten Verbalformen mit Hilfe des hinzugesetzten Verbs »thun« und dem Infinitiv zu bilden. Nach Überwindung dieser Vorstufe erlernt es das abgekürzte Verfahren, wie es in der deutschen schwachen Konjugation anzutreffen ist und bildet dann mit Vorliebe die meisten Verben schwach. Allmählich kommt es auch hinter die Unregelmäßigkeiten der starken Konjugation und nun beginnt sich ein entgegengesetzter Fehler einzuschleichen, nämlich, Verben, die früher ganz richtig schwach gebildet wurden und der schwachen Konjugation angehören, werden stark gebildet. Diesem Bestreben zuliebe sagte mein Kind ($4^3/_4$ Jahre alt): »Die wien so sehr« statt »die weinte so sehr«. Überhaupt war um jene Zeit die Neigung, schwache Verben stark zu bilden, eine ganz auffällige. Ich erblicke auch hierin einen Beweis für die Feinheit des kindlichen Sprachgefühles. Das Kind hat eine Ahnung davon, daß die viel mannigfaltiger gebildeten starken Verben der Sprache mehr Wohllaut verleihen als die einförmig gebildeten schwachen, und von dieser dunklen Ahnung geleitet schießt es über das Ziel hinaus und bildet nun womöglich alle Verben stark, bis es durch immer fortgesetztes Aufmerken auf die Sprache Erwachsener allmählich wieder zu den richtigen Formen zurückkehrt.

Eine Verbalform habe ich bis jetzt von meinem Kinde noch niemals brauchen hören. Es ist dies das Participium praesentis. Diese Thatsache ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß die betreffende Verbalform auch in der Sprache der Erwachsenen nur selten vorkommt. Diese Form wird von meinem Kinde, geradeso wie in der Sprache des Volkes, umschrieben (statt »ein brennender Span« heißt es »ein Span, welcher brennt«) oder durch eine das betreffende grammatische Verhältnis nur ungefähr wiedergebende Zusammensetzung ausgedrückt (der »singende Vogel« wird zum »Singevogel«). Von den Temporalformen des Verbs ist von mir das in der Sprache der Erwachsenen ebenfalls sehr seltene Futurum exactum noch nicht beobachtet worden. Dagegen passierte es dem Kinde zuweilen, daß von intransitiven Verben die fehlenden transitiven Formen ebenfalls gebildet wurden. So fragt das 4jährige: »Das (ein leeres Faß) wird wohl bei uns geblieben?« statt: Das wird wohl bei uns gelassen? oder: Das bleibt wohl bei uns? Auch dieser Fehler war gar nicht unlogisch; denn da es sich im gegebenen Falle um einen leblosen Gegenstand handelte, so war es nur ein Beweis für die Feinheit des kindlichen Sprachgefühles, wenn es sich der passiven statt der aktiven Form bediente. Man würde es beispielsweise einem humoristischen Schriftsteller gar nicht übelnehmen, wenn er von einem Menschen, der wider Willen an einem Orte bleibt, sagte: »Er wird geblieben.«

Am häufigsten sind aber auf der in Rede stehenden Altersstufe des Kindes die Vergehen gegen die Satzbildung, was wiederum nicht befremden kann, wenn man sich vergegenwärtigt, daß des Kindes erste Sprache lange ohne alle Satzbildung gewesen ist und daß auch die Sprache Erwachsener in dieser Beziehung die meisten Mängel aufweist. Sehr viele Aussprüche des Kindes sind, wie auf einer früheren

Sprachstufe des Kindes und wie die meisten sprachlichen Gebilde der Volkssprache, elliptische Redeweisen, teils weil das Kind die Nötigung nicht empfindet, sich so deutlich als möglich auszusprechen, teils weil es noch nicht die Fähigkeit besitzt, so viele Beziehungen, wie sie zuweilen eine korrekte Satzbildung voraussetzt, zu überschauen. In den oben angeführten Fragen und Urteilen wird man für diese Behauptung mehrfache Bestätigung finden. Hier sei nur noch auf einige besondere Fälle hingewiesen, da sie von speziellem sprachlichem Interesse sind. Unter den Satzformen, die meinem Kinde bedeutende Schwierigkeiten bereiteten, sind zunächst die Sätze zu nennen, in denen eine Vergleichung ausgesprochen wird. Sehr lange schien dem Kinde jedes Gefühl für den Komparativ zu mangeln. Der erste richtig gebildete Komparativ wurde vom $3^3/_4$jährigen gehört; es sagte: »Ich bin wärmer als Du.« Etwas später sagt sie unter Festhaltung des mühevoll erworbenen Komparativs, aber mit falscher Wortstellung: »Als die Lisbeth bin ich größer.« Aber das Gefühl für den Komparativ geht sogar wieder ganz verloren und es wird die Positivform stellvertretungsweise für den Komparativ gesetzt. »Die ist gut als die Liesel,« spricht die $4^1/_4$jährige, als sie sagen soll: »Die ist besser als die Liesel.« Und namentlich wo, wie in dem vorliegenden Falle, das zu steigernde Wort eine unregelmäßige Komparation hat, ist der angegebene Sprachfehler häufig beobachtet worden. Hier sei auch der eigentümlichen, dem Französischen ähnlichen Steigerungsform gedacht, die das 5jährige Kind zu wiederholten Malen gebrauchte: »Das ist besser schön« statt »schöner«. Auch das $5^3/_4$jährige Kind hat die Schwierigkeiten der Komparation noch nicht überwunden, wie die Sätze beweisen: »Ich habe am meisten gegessen als Du« und: »Ich bin zuerst da als Du.« Vielleicht liegt der Grund dieser häufig vorkommenden Fehler darin, daß in jedem Vergleichungssatze zwei Urteile enthalten sind, vielleicht auch mit in einer mangelhaften Auffassung der vergleichenden Konjunktion »als«. Für die Richtigkeit der letzteren Annahme scheinen Sätze wie die folgenden zu sprechen: »Ich sehe aus, als ich in die Schule gehe« für: als ginge ich in die Schule oder: als ob ich in die Schule ging, und: »Es kommt mir, als ich hoch säße« für: Es kommt mir vor, als säße ich hoch oder: als ob ich hoch säße. Schon der Umstand, daß hier die Sprache zwei richtige Formen hat und je nach der Wortstellung die Konjunktion »als« oder »als ob« lauten muß, beweist, wie schwierig derartige Satzbildungen sind und wie sie das Sprachgefühl des Kindes in Verwirrung zu bringen recht wohl geeignet sind. Wir Erwachsenen werden uns dieser Schwierigkeiten gar nicht mehr bewußt und erst die Beobachtung solcher, die in einem fremden Idiom aufgewachsen sind und trotz der größten Mühen, die sie auf die Erlernung unserer Muttersprache verwandt haben, auf Schritt und Tritt in Anwendung derselben straucheln, oder eben die Beobachtung der Kindersprache zeigt uns, wie viel fertige Logik wir uns bei Erlernung der Sprache erworben und einen wie weiten Weg wir seit der ersten Sprachaneignung zurückgelegt haben.

Abweichend von der Sprache der Erwachsenen hörte ich auch von meinem Kinde die erste paarweise Konjunktion bilden in dem Satze der

Vierjährigen: »Wir wollen sehen, wer die Strümpfe eher angezogen hat, oder ich oder Du.« In dieser dem lateinischen vel-vel oder aut-aut ganz entsprechenden Form wurden die disjunktiven Urteile lange Zeit vom Kinde ausgesprochen. Auch in betreff dieses Sprachfehlers ließe sich leicht das klare logische Denken des Kindes nachweisen, wenn nicht schon das Vorkommen der nämlichen Ausdrucksweise in einer logisch so vollendeten Sprache wie der lateinischen ein Beweis dafür wäre.

Zu den interessanten Sprachfehlern möchte ich auch die erste mangelhafte Bildung der Konzessivsätze rechnen. Der erste beim 4½ jährigen Kinde beobachtete Konzessivsatz lautete: »Siehst Du, ich habe doch noch Bier gekriegt, weil ich Spaß gemacht habe.« Daß das wirklich ein Konzessivsatz sein sollte, beweist die Veranlassung, um welcher willen er ausgesprochen wurde. Sie hatte kein Bier erhalten sollen, weil sie sich mit der Mutter in ungebührlicher Weise geneckt, also nach ihrem Begriffe »Spaß« gemacht hatte. Aus Mitleid erhält sie es doch noch, und das meldet sie dem Vater in obigem Satze, der deutlich zeigt, daß das konzessive Verhältnis nur durch eine genauere Differenzierung des kausalen entstanden ist. Daher denn lange Zeit von meinem Kinde das »weil« für »wenn auch« gebraucht wird. Ein »trotzdem«, »obgleich«, »obschon«, »obwohl« habe ich bis heute noch nicht beobachtet.

Eine Unzahl von Verstößen gegen die Syntax der Sprache läßt sich das Kind infolge eines falschen Gebrauches der Präpositionen zu schulden kommen. Aber auch auf die meisten dieser Fehler läßt sich das Shakespeare'sche Wort anwenden: »Ist es auch Tollheit, hat es doch Methode.« So sagt mein Kind, um nur ein einziges der vielen Beispiele anzuführen: »Ich bin zufrieden zu dem Bier« nach Analogie von: »Ich bin mitleidig mit dem Kinde.« Auch die logisch ganz richtige Bildung von »übergestern« statt »vorgestern« gehört hierher. Trotz vieler Fehler auf diesem Gebiete ist aber doch das Gefühl für das Richtige oft bewunderungswert ausgeprägt, wie das Folgende zeigt. Als ich einst in nachlässigem Sprachgebrauch gesagt habe: »Nun essen wir schon wieder mit der Lampe« (statt: bei der Lampe), entgegnet das 4¼ jährige Kind in ganz naivem Tone und nicht entfernt in der Absicht, um mich zu korrigieren, sondern von seinem Sprachgefühl gleichsam instinktiv dazu getrieben: »Nein, die kann doch nicht mitessen.« Das hindert sie nicht, ein ganzes Jahr später, »mit« statt »auf den Schinken zu verzichten«. Niemand wird das verwunderlich finden, der weiß, wie sehr die verschiedenen Sprachen in dieser Beziehung voneinander abweichen, so sehr, daß der ganz korrekte Gebrauch der Präpositionen, namentlich in feststehenden Phrasen der Sprache, als ein Kennzeichen für die völlige Vertrautheit mit einer Sprache gelten kann.

Auch Fehler, die lebhaft an eine bekannte Gruppe der Stettenheim'schen Witzworte erinnern, kommen in der Sprache des Kindes vor, wenn das Kind es unternimmt, nur halbverstandene oder mißverstandene formelhafte Redewendungen aus der Sprache der Erwachsenen in die seinige zu übertragen. So sagt mein 4½ jähriges Kind: »Ich bin gar nicht aufgewacht, ich habe meiner Wege fortgeschlafen«, und ein

andermal, als seine Zuckertüte zu Ende gegangen ist: »Nun hat die liebe Seele aus« statt: »Ruhe«.

Damit sind wir aber auf einen der bedeutsamsten Unterschiede zwischen der Kindersprache und der der Erwachsenen gekommen, nämlich auf den, daß auch da, wo Kinder und Erwachsene sich derselben sprachlichen Begriffe bedienen, doch der Effekt vielfach ein sehr verschiedener ist, weil nicht beide die gleichen Vorstellungen damit verbinden. Das ist nicht im mindesten verwunderlich, wenn man bedenkt, daß kaum ein Begriff unserer Sprache bloß eindeutig ist, sondern die allermeisten sehr vieldeutig sind und seien es Begriffe wie »ach«, »und«, »mit« und ähnliche scheinbar einfache. Alle die verschiedenen Bedeutungen eines Begriffes müssen vom Kinde nach und nach erworben werden und die mancher schwierigen Begriffe auch von den Erwachsenen noch. Die Sprache liegt also weder im Erwachsenen, noch viel weniger im Kinde als etwas Fertiges vor, auch wenn sie dem Wortschatze nach angeeignet sein sollte, sondern jeder durch ein »Erlebnis« im psychologischen Sinne erworbene Begriff ist gewissermaßen nur ein Keim, der durch neue Erlebnisse in der Seele sich weiter entwickelt (wobei es zuweilen auch zu Mißbildungen kommt), bis er endlich ausgewachsen ist und seine volle Reife erlangt hat. Vom Kinde werden nun selbstverständlich die meisten Begriffe zunächst nur nach ihrer hervorragendsten Bedeutung erworben, weil sie in dieser am meisten gehört und darum am öftesten dem Gedächtnis eingeprägt werden, oder, um im Bilde zu bleiben, es werden zunächst nur die Samen der Begriffe aufgenommen und es wird die kräftige und schnelle Entwickelung derselben davon abhängig sein, wie kräftig diese selbst waren und wie günstig die Bedingungen sind, die sie für ihre Weiterentwickelung in der Seele des Kindes und in seinen »Erlebnissen« vorfinden.

Die Richtigkeit des Gesagten werden die folgenden Beispiele zeigen. So hatte mein Kind mit $3^1/_2$ Jahren von dem Worte »folgen« keinen andern Begriff als »nicht fortlaufen« und »keinen Lärm machen«. Daher sagte es, als ich es einst fragte, was es bei seiner Freundin gethan habe: »Ich habe gefolgt. Hast Du nicht draußen gehört, wie ich gefolgt habe?« »Genug« bedeutet ihm offenbar etwas anderes als dem Erwachsenen, denn es sagt: »Ich habe nicht viel genug,« ein Fehler, der schon lange nicht mehr vorkommt; der Begriff hat sich eben weiter ausgebildet. Eine eigentümliche Bedeutung hat beim $3^3/_4$jährigen Kinde das Wort »denken«. Es sagt, als es über eine Thür hinausgerannt ist, ohne dieselbe zu bemerken, mit dem Ausdruck der Heiterkeit: »O, ich habe gedacht, wo die Thüre wäre« — was sich durchaus nicht decken sollte mit dem etwas anders geformten Satze der Sprache Erwachsener: »Ich habe gedacht, wo muß nur die Thür sein?«, sondern was unzweifelhaft heißen sollte: »Ich habe gar nicht gewußt, wo die Thür ist«, welche Bedeutung ja in der That in dem Worte »denken« ebenfalls liegt. Man erinnere sich nur an Aussprüche wie: »Was denkst Du nur?« oder: »Narren denken« und ähnliche!

Auch sein eigenes Nachdenken über die Sprache veranlaßt das Kind zuweilen, Begriffe in anderem Sinne zu gebrauchen, als er ihnen in der Sprache der Erwachsenen zukommt. So sagt mein noch nicht

ganz 4 jähriges Kind, das recht wohl weiß, was in der Sprache der Erwachsenen »heiser« bedeutet, als es vom Vater gefragt wird: Du bist doch immer noch heiser?: »Ja, aber am Buckel bin ich erst heiser.« Sie hatte offenbar »heiser« von »heiß« abgeleitet, vielleicht veranlaßt durch die Empfindung des »Heißen« im Halse, die ja als Folge der Trockenheit der Schleimhäute bei der Heiserkeit gewöhnlich vorhanden ist; deswegen wohl glaubte sie auch den Begriff »heiser« auf einen Körperteil, dem er nach der Sprache der Erwachsenen nicht entfernt zukommt, übertragen zu dürfen. Hierin haben wir eine solche, oben erwähnte Mißbildung zu erblicken. Auch das Wort »Himmel« hat in der Sprache meines Kindes eine von der Sprache der Erwachsenen abweichende, aber merkwürdigerweise auf einer früheren Entwickelungsstufe der deutschen Sprache, nämlich im Althochdeutschen, bereits vorkommende Bedeutung; denn es fragt mich (4 Jahre alt): »Was ist denn dort oben am Himmel in der Stube?« (nämlich an der Zimmerdecke). Die gleiche Bedeutung hat das Wort Himmel heute nur noch in »Himmelbett« und »Betthimmel«, die beide dem Kinde nicht bekannt sind. Eine andere als die ihm gewöhnlich zukommende Bedeutung legt das $5^1/_3$ jährige Kind dem Begriff »Herr« bei, wenn es zum Vater sagt: »Du bist reicher als der Großpapa« und, über die sonderbare Ansicht befragt, äußert: »Du bist doch ein Herr, der Großpapa [ein einfacher Mann aus dem Volke] ist nur ein Mann.« Kein Wunder, daß sie daher am Lutherfeste den hochgefeierten Reformator und den deutschen Kaiser niemals ohne dieses Epitheton nannte. »Hier ist ein Herr Luther und hier der Herr Kaiser« rief sie, so oft sie beide bei der Illumination am Lutherfeste in transparenten Bildern entdeckte.

Hierher gehört auch noch der in der Kindersprache aus naheliegenden Gründen oft zu beobachtende falsche Gebrauch der Synonymen. So sagte die $5^3/_4$ jährige, als ihr Gummiball eine Falte bekommen hatte: »Er hat eine Lücke«, und als ihr durch längeres Spielen mit Seifenwasser die Finger runzelig geworden waren: »Sie haben Schwielen bekommen.« Abweichend vom Sprachgebrauche der Erwachsenen ist ihr eine »Vogelkirsche« nicht eine, die, weil zu klein und wertlos, den Vögeln preisgegeben wird, sondern jede von einem Vogel angefressene Kirsche. Diese Beispiele einer abweichenden Bedeutung der Begriffe der Kindersprache von denen der Sprache der Erwachsenen ließen sich noch beträchtlich vermehren, aber es wird an den angeführten genug sein, um die betreffende Thatsache zu beleuchten.

Nur noch auf eine Erscheinung sei mir hinzuweisen erlaubt, weil sie zeigt, wie in der Kindersprache Entwickelungsperioden der Sprache wieder aufleben, die einer langen Vergangenheit der Sprachentwickelung angehören. Es ist das die von Dr. Abel in seinen hochinteressanten »Sprachwissenschaftlichen Untersuchungen« genau dargelegte Erscheinung, die er den »Gegensinn der Urworte« genannt hat. Hiernach haben die meisten Grundbegriffe der Sprache ursprünglich zwei einander entgegengesetzte Bedeutungen gehabt, eine Thatsache, die auch aus dem gegenwärtigen Sprachgebrauche noch ganz verständlich ist, wenn man sich die relative Bedeutung gewisser Begriffe vergegenwärtigt, wonach bekanntlich Aussprüche wie »das ist so groß wie eine Stecknadel« und

sein Gegenteil »das ist so klein wie eine Stecknadel« durchaus keine Widersprüche gegen die Logik enthalten. Auch daß wir von der Größe eines Mikroben oder Bacillus sprechen, statt von ihrer Kleinheit, ist ein Beweis für den im Begriff »Größe« liegenden Gegensinn. Aber noch viel deutlicher zeigt das die Kindersprache. So brauchte mein Kind in einer früheren Periode seiner Sprachentwickelung als die hier in Rede stehende das Wort »auf« ohne Unterschied für »auf« und »ab«, also ganz entsprechend dem lateinischen »altus« = »hoch« und »tief«. Und jetzt heißt bei ihm (6 Jahre alt) »auf den Sonntag« ebensogut »künftigen« als »am vergangenen Sonntag«. Ganz in derselben Weise ist »das nächste Jahr« ebensowohl das nächste in der Zukunft als auch in der Vergangenheit. Und noch heute sagt es: »Nun dürfen wir seit 4 Stunden kein Wasser trinken, weil wir Kirschen gegessen haben«, aber auch: »Ich habe seit 3 Stunden nichts gegessen.«

Je mehr nun aber das Kind im Umgange mit Erwachsenen seine Erfahrung bereichert und je mehr es durch genaues Aufmerken auf die Sprache der Erwachsenen sein Sprachgefühl verschärft und verfeinert, desto seltener werden die spezifisch kindlichen Urteile und um so mehr wird die Sprache des Kindes der Sprache der Erwachsenen gleich. Und von der Zeit ab, wo das elementare Sprachgefühl des Kindes nicht mehr bloß durch das eigene Beobachten, sondern auch durch die sprachlichen Belehrungen der Schule beeinflußt und weitergebildet wird, scheint der ursprünglich so reich sprudelnde Quell der kindlichen Originalität mit der schwindenden Naivetät allmählich zu versiegen. Die Naivetät ist eben der Born, aus welchem alles echt Kindliche fließt.

Wenn wir all das bisher Gesagte noch einmal im Geiste kurz überblicken, so will es uns dünken, als ob die kindliche Sprache mit dem relativen Reichtum ihrer Vorstellungen und Begriffe, mit den durch Mangel an Erfahrung und Sprachgewandtheit sonderbaren Verknüpfungen derselben zu Urteilen und Schlüssen und mit ihren von der Sprache der Erwachsenen so vielfach unterschiedenen lexikalischen, grammatischen und syntaktischen Formen einem wunderlichen Garten gleiche, in dem sich neben soviel frischem und blühendem Leben doch manches findet, was der Vergänglichkeit geweiht ist und entweder bald selbst abstirbt oder dem Messer des Gärtners zum Opfer fallen wird. Wie aber für den warmfühlenden und unverdorbenen Menschen der Gang durch einen in üppiger Fülle stehenden Garten nicht ohne jeden Reiz ist, so wird auch der vorurteilsfreie Leser nicht ganz ohne Nutzen durch diesen wilden Blütengarten der Kindersprache gewandelt sein, und wenn er nur dies eine gelernt hätte, daß das eigentlich Menschenwürdige in unserm Denken, Thun und Handeln dasjenige ist, was wir aus dem Paradiese der Kindheit ins »Leben« herübergerettet haben, und daß alle unsere Fortschritte im Erkennen, Empfinden und Wollen doch nicht so groß sind, daß wir mit Geringschätzung auf die Anfänge unseres Daseins, sowie auf das Kind und das Kindliche herabblicken dürfen.

Wohl dem, der mit seiner Kindersprache nicht auch sein kindliches Denken und Empfinden ganz abgelegt hat; denn das Kindliche ist das wahrhaft Menschliche!

Über die Rolle des Chlorophyllfarbstoffes im Assimilationsprozesse.

Von

Dr. **A. Tschirch** in Berlin.

Wenn man berücksichtigt, eine wie wichtige Rolle die Assimilation des Kohlenstoffs durch die Pflanze in der gesamten Ernährung spielt, so muß es als fast erstaunlich bezeichnet werden, daß wir über den Verlauf dieses Prozesses so ungemein wenig Positives wissen. Denn der Prozeß der Assimilation der Kohlensäure ist es, der in letzter Linie die Körper aller Lebewesen, der Tiere wie der Pflanzen aufbaut, ohne diesen Prozeß gäbe es kein organisches Leben auf der Erde — denn auch die Entstehung stickstoffhaltiger organischer Substanzen setzt die Assimilation des Kohlenstoffs voraus — ohne diesen Prozeß würde die gesamte Erdoberfläche ein durchweg anderes Bild darbieten. Unser Erstaunen über den niedrigen Stand unserer Kenntnisse vom Assimilationsprozeß wächst, wenn wir sehen, eine wie genaue und sorgfältige Durcharbeitung die größte Zahl der tierphysiologischen Prozesse sowohl in chemischer als in experimentell-physiologischer Beziehung gefunden hat. Der Prozeß der Verdauung, die Resorption der Nährstoffe vom Darmkanal in Blut und Chylus, die Respiration, der Blutumlauf und vieles andere sind uns sowohl in chemischer als dynamischer Beziehung bekannt, wir kennen alle diese Prozesse sowohl ihrem Gesamtbilde nach als in ihren einzelnen Phasen.

Ganz anders liegen die Dinge in der Pflanzenphysiologie, ganz besonders beim Assimilationsprozeß. Hier sind wir über die nun vor nahezu einem vollen Jahrhundert bereits gewonnene Erkenntnis, daß die grünen Organe allein es sind, welche zu assimilieren vermögen, nicht sehr viel hinausgekommen. Man hat zwar durch immer weitere Einschränkung erst die Blätter, dann die chlorophyllführenden Zellen, dann die Chlorophyllkörner[1] und schließlich den Farbstoff der letzteren als den eigentlichen Träger der Assimilation erkannt, allein über das »wie« des Prozesses herrschen noch heute so weit auseinandergehende Anschauungen, daß von einer Assimilationstheorie überhaupt noch gar nicht, sondern höchstens von einer Assimilationshypothese gesprochen werden kann.

---

[1] Das Wort Chlorophyll muß für den Farbstoff reserviert bleiben. Es ist historisch falsch und durchaus verkehrt, diese Bezeichnung für die Träger des Farbstoffes, die Chlorophyllkörner, anzuwenden, wie dies neuerdings Hansen versucht hat.

Es hat dies einen doppelten Grund. Einmal ist die Pflanzenphysiologie als Wissenschaft noch sehr jung, viel jünger als ihre ältere Schwester, die Tierphysiologie, und sodann gehört das Thema der Kohlenstoffassimilation thatsächlich zu den schwierigsten physiologischen Problemen und kann nur durch gemeinsames Zusammenwirken chemischer, physikalischer und anatomischer Untersuchungsmethoden seiner Lösung entgegengeführt werden. Da jedoch, wesentlich durch PRINGSHEIM's Arbeiten[1] veranlaßt, gerade in letzter Zeit die Frage der Kohlenstoffassimilation wieder in den Vordergrund des Interesses gedrängt wurde, und ich selbst mich an den neueren Forschungen über diesen Gegenstand seit etwa 3 Jahren mit nur kurzen Unterbrechungen beteiligt habe[2], so ist es erklärlich, warum ich gerade dieses Thema auch vor einem größeren Publikum einmal behandeln möchte.

Eine erschöpfende Darstellung der Geschichte der Chlorophyllfunktion hieße eine Geschichte der Assimilationstheorien schreiben, worauf ich um so lieber verzichte, als in letzter Zeit — freilich von zwei ganz verschiedenen Standpunkten ausgehend — zwei historische Betrachtungen über diesen Punkt veröffentlicht wurden, die den Gegenstand, wenn auch nicht völlig erschöpfend, so doch in seinen wesentlichen Grundzügen behandeln[3]. Ich begnüge mich vielmehr, nur soviel über die bisher gesammelten Erfahrungen mitzuteilen, als sich speziell auf meine Aufgabe — die Funktion des Farbstoffes zu erläutern — bezieht.

Um drei Kardinalpunkte drehte sich die Physiologie der Assimilation in der ganzen ersten Epoche. Einmal darum, ob es thatsächlich, wie INGENHOUSS in seinen Essays upon vegetables (1779)[4] nur unbestimmt, SENEBIER dagegen (1782) in der bestimmtesten Weise ausgesprochen[5], richtig ist, daß die Pflanze die Kohlensäure der Luft für sich als Nahrung verwendet und aus ihr allein die kohlenstoffhaltigen organischen Substanzen aufbaut; ferner darum, ob, wie gleichfalls schon von INGENHOUSS angegeben wurde, in der That das Licht für diesen Prozeß der Kohlensäureaufnahme und Assimilation notwendig sei, und schließlich darum, ob wirklich nur grüne Pflanzenorgane diesen Prozeß zu vollziehen vermögen.

Letztere Anschauung, von INGENHOUSS schon angedeutet, wurde in

---

[1] Untersuchungen über Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion. Pringsheim's Jahrbücher XII. 1881.

[2] Die in vielen Zeitschriften zerstreuten einzelnen Mitteilungen sind in ihren Resultaten zusammengefaßt in Untersuchungen über das Chlorophyll von A. Tschirch. Paul Parey. 1884. Dort ist auch die gesamte Chlorophylllitteratur, die gegen 600 Arbeiten umfaßt, kritisch gesichtet.

[3] Pringsheim, Über Chlorophyllfunktion und Lichtwirkung. Offenes Schreiben an die philosophische Fakultät der Universität Würzburg. Pringsh. Jahrbücher XIII (1882). Hansen, A., Geschichte der Assimilation und Chlorophyllfunktion. Habilitationsschrift, Würzburg 1882.

[4] Deutsch: Versuche mit Pflanzen. Leipzig 1780.

[5] Mémoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres des trois règnes de la nature et surtout ceux du règne végétal. Genève 1782.

erster Linie von SENEBIER vertreten und durch zahlreiche Experimente gestützt. Diese beiden Forscher sind es, die nach präziser Fragestellung dem Probleme der Assimilation auf experimentellem Wege beizukommen suchten — sie erreichten ihr Ziel nicht ganz. Denn erst nach dem Erscheinen von SAUSSURE's Untersuchungen[1] darf man die drei Fragen als erledigt betrachten, erst THÉODORE DE SAUSSURE war es, der durch seine planvollen, quantitativ zuverlässigen Arbeiten, die er mit Recht nicht »Versuche«, sondern »Untersuchungen« nennt — denn das sind sie in der That — die drei Kardinalpunkte dahin entschied, daß er bewies: nur die Kohlensäure der Luft ist Kohlenstoffquelle der Pflanze und nur grüne Organe vermögen im allgemeinen unter dem Einflusse des Lichtes diese Kohlensäure zu zerlegen. Er fügte noch die neuere Thatsache hinzu, daß auch das Wasser von der Pflanze assimiliert wird, und daß der Kohlenstoffgehalt des Bodens gar nicht, wohl aber die anorganischen Bestandteile desselben bei der Ernährung der Pflanze wesentlich in Betracht kommen, Thatsachen, die später vielfach, besonders von den Vertretern der Humustheorie THAER, HLUBECK, THÜNEN, MULDER in Zweifel gezogen, erst 1840 von LIEBIG zum Fundamente der modernen Agrikulturchemie gemacht wurden.

Wenn wir berücksichtigen, daß die Hilfsmittel, die den damaligen Forschern zu Gebote standen, gegenüber denen, mit welchen wir jetzt arbeiten, außerordentlich primitiv zu nennen sind, so müssen wir um so mehr darüber erstaunen, daß diese Forscher, insbesondere die eigentlichen Entdecker der Assimilation, INGENHOUSS und SENEBIER eine doch gewiß nicht vorherzusehende und höchst überraschende Thatsache wie die Ernährung der Pflanze durch die kleinen Mengen in der Luft vorhandener Kohlensäure — dieselben betragen ja nur 0,04 % ! — auffinden konnten, und muß man gleicherweise ihren Scharfsinn wie ihr experimentelles Geschick bewundern. Trotz so unendlich vielmal besserer Methoden, trotz ganz anderer experimenteller Hilfsmittel sind wir doch erst in allerletzter Zeit wesentlich über das bereits von INGENHOUSS, SENEBIER und THÉOD. DE SAUSSURE als richtig erkannte hinausgekommen.

Schon INGENHOUSS fand, daß Wurzeln, Blüten und Früchte nicht Sauerstoff, sondern nur Kohlensäure abgeben, während sich die grünen Organe gerade umgekehrt verhalten. SENEBIER, der diese Versuche wiederholte und vielfach erweiterte, kam zu dem Schlusse, daß nur grüne Pflanzenteile die Fähigkeit besitzen, Kohlensäure zu zersetzen, also Sauerstoff auszuatmen. Er sagt: »Je puis assurer que les feuilles et les parties vertes des plantes terrestres, aquatiques, subaquées donnent de l'air au soleil.« THÉODORE DE SAUSSURE acceptierte diese Anschauung im allgemeinen und verwendete daher zu seinen Assimilationsversuchen, die wesentlich gasometrischer Art waren, ausschließlich grüne Pflanzenteile.

Allein mit einer Varietät von *Atriplex hortensis*, welche dunkelpurpurrote Blätter besaß, angestellte Versuche, bei denen er ebenfalls Sauerstoffentwickelung, also Assimilation beobachtete, brachten ihn zu dem Ausspruche: »Il ne faut cependant pas en inférer que la couleur

[1] Recherches chimiques sur la végétation. Paris 1804.

verte soit un caractère essentiel aux parties qui décomposent le gaz acide carbonique ni un résultat nécessaire de cette décomposition« — aus dem offenbar hervorgeht, daß ihm die absolute Notwendigkeit der grünen Farbe für den Assimilationsvorgang noch durchaus nicht völlig zum Bewußtsein gekommen war. Erst sehr viel später sollte sich durch eine genaue anatomische Untersuchung der fraglichen Blätter der Widerspruch lösen. Es zeigte sich nämlich, daß auch alle farbigen, besonders die roten Blätter Chlorophyllkörner enthalten, daß dieselben jedoch durch den Farbstoff verdeckt werden und so keinen oder nur einen geringen Einfluß auf die Gesamtfarbe des Organs ausüben können. Damit war das letzte Bedenken, welches sich der unumschränkten Anerkennung des Satzes, daß nur grüne Organe die Kohlensäure zu zersetzen vermögen, entgegenstellte, gehoben und es erschien zweifellos, daß die Fähigkeit der Assimilation an den Farbstoff geknüpft ist, und da schon von Ingenhouss festgestellt war, daß das Licht zur Kohlensäurezersetzung ebenso nötig sei wie der grüne Farbstoff, so war damit eine feste Basis gegeben, auf der weiter gearbeitet werden konnte.

Zunächst galt es nun, zu erforschen, in welcher Form und Anordnung der grüne Farbstoff, der so wichtige Eigenschaften besaß, in den Blättern enthalten sei und wie sich die einzelnen Teile des Spektrums, die einzelnen Farbengattungen zu der Sauerstoffausscheidung verhalten: zwei Fragen, die, obwohl sie sich ohne weiteres an die früheren Versuche von Ingenhouss, Senebier und Saussure anlehnen und die letzteren gewissermaßen nur fortführen, und die uns so selbstverständlich daraus ableitbar erscheinen, doch erst nach Verlauf von 50 und mehr Jahren in Angriff genommen wurden. Der Einfluß der einzelnen Spektralbezirke auf die Assimilation wurde erst in den 40er und 50er Jahren von Herschel[1], Gardner[2], Draper[3], Hunt[4], Guillemin[5] studiert, während die anatomischen Untersuchungen Mohl's[6] über die Chlorophyllkörner schon in das Jahr 1837 fallen. Durch die letzteren, welche Sachs später — im Jahre 1863 — erweiterte und vervollständigte[7], erhielten wir einen klaren Einblick in die anatomischen Verhältnisse der eigentlichen Herde der Assimilation, der Chlorophyllkörner. Aus den Mohl'schen Untersuchungen ergab sich, daß der Chlorophyllfarbstoff nicht als solcher in den Zellen enthalten, sondern an eine protoplasmatische Grundlage gebunden ist. Es zeigte sich, daß man den Farbstoff den Körnern durch Lösungsmittel entziehen kann und daß dieselben alsdann zwar in ihrer Form erhalten bleiben, aber farblos werden.

[1] Über die Wirkung der Strahlen des Sonnenspektrums auf vegetabilische Pflanzen. Froriep's Notizen 1842.

[2] Über die Wirkung des gelben Lichtes bei Erzeugung der grünen Farbe der Pflanzen etc. Froriep's Notizen 1844.

[3] Sur la décomposition du gaz acide carbonique et sur celle des carbonates alcalins par la lumière du soleil. Annal. de chim. et phys. 3. Sér. 11 (1844).

[4] Untersuchungen über den Einfluß der Sonnenstrahlen auf das Wachstum der Pflanzen. Botan. Zeit. 1851.

[5] Production de la chlorophylle etc. Annal. sc. natur. 4. Sér. 7 (1857).

[6] Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Chlorophylls. Vermischte Schriften. Tübingen.

[7] Beiträge zur Physiologie des Chlorophylls. Flora 1863.

Auch das Vorkommen von Stärkeeinschlüssen in den Chlorophyllkörnern wurde bereits von MOHL konstatiert.

So vorbereitet fand SACHS das Feld, als er an seine Untersuchungen über die Physiologie des Chlorophylls ging, deren Resultate er selbst in den Worten zusammenfaßt: »Die Stärke in den Chlorophyllkörnern ist ein Produkt des lebendigen Chlorophylls und es ist ganz allgemein auszusprechen, daß die Stärke in dem Chlorophyll durch die assimilierende Thätigkeit des letzteren entsteht.«

Durch diese Untersuchungen von SACHS[1], deren wesentlichstes Verdienst in einer präziseren Fassung der ganzen Sache beruht, wurde zugleich die neue Frage angeregt: was sind die Assimilationsprodukte? SACHS selbst hielt anfangs die Stärke dafür und thatsächlich ist sie ja auch das erste sichtbare Produkt; allein gegen diese Auffassung lassen sich, wie wir unten sehen werden, gewichtige Bedenken erheben. — Jedenfalls pflichtete SACHS nicht der zuerst von SENEBIER ausgesprochenen Ansicht bei, daß der Chlorophyllfarbstoff als erstes Assimilationsprodukt anzusehen sei. SENEBIER, dem der kausale Zusammenhang zwischen Farbe und Assimilation völlig klar geworden war, hat bezüglich des prius des einen von beiden die Ansicht vertreten, daß die Farbe ein Produkt, nicht die Ursache der Assimilation sei. Dieser Ansicht, die wesentlich auf eine mißverständliche Deutung der Versuche mit roten Blättern zurückzuführen ist, schlossen sich auch DECANDOLLE[2], LINK und MEYEN[3] an.

Es muß zugegeben werden, daß dieselbe, so unwahrscheinlich sie auch ist, doch mit Thatsachen direkt nicht widerlegt werden kann, denn die Versuche von SACHS, nach denen es sicher gestellt schien, daß das Ergrünen der Pflanzen bei einer geringeren Lichtintensität erfolge als die Assimilation, sprechen, da uns bislang jedes Maß für geringe Assimilationsintensitäten fehlt, nicht unbedingt dagegen, beweisen überhaupt zunächst nur soviel, daß das Ergrünen eher erfolgt als Assimilation bemerkbar wird. Zudem zeigen neuere Untersuchungen von BOUSSINGAULT[4] und WIESNER[5], daß Chlorophyllbildung und Assimilation sehr nahe beieinander liegen.

Wie dem auch sei — thatsächlich ging auch aus den Versuchen von SACHS hervor, daß der Farbstoff bei der Kohlensäurezersetzung in irgend einer Weise beteiligt sei. Durch die von ihm vertretene Anschauung, daß derselbe Ursache der Assimilation sei, gewann der Farbstoff selbst ein erhöhtes Interesse und es ist historisch interessant, daß gerade in die auf SACHS' Arbeiten folgenden 10 Jahre die wichtigsten chemischen und physikalischen Arbeiten über den Farbstoff fallen. Denn wenn schon die ersten Versuche, denselben chemisch abzuscheiden und

---

[1] Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1861. Botan. Zeit. 1862, 1863 und 1864. Pringsheim's Jahrbücher 1863. Flora 1863 und 1864 u. a. Die Resultate findet man zusammengefaßt im Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig 1865.

[2] Physiologie végétale. Paris 1832.

[3] Neues System der Pflanzenphysiologie. Berlin 1837.

[4] Agronomie, chimie agricole et Physiologie. Paris 1860—1884.

[5] Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Wien 1877.

physikalisch zu charakterisieren, bis in die Jahre 1817[1] bezw. 1834[2] zurückdatieren, so haben doch erst die Untersuchungen von HAGENBACH[3], SORBY[4], G. KRAUS[5] und SACHSSE[6] Licht über die wichtigsten chemischen und physikalischen Eigenschaften desselben verbreitet.

Allein auch die andere Seite der Frage, welche Strahlengattungen es sind, die die Kohlensäurezersetzung ins Werk setzen, ist von SACHS und seinem Schüler PFEFFER[7] in Angriff genommen worden. Auch hier gewannen die Forscher, da sie die Fragestellung präziser formulierten, eine Reihe in ihrer Bedeutung weit über die Resultate der früheren Forscher hinausgehende Ergebnisse und bis vor kurzer Zeit ist die SACHS-PFEFFER'sche Assimilationstheorie, welche das Maximum der Sauerstoffausscheidung in das Gelb verlegt, sogut wie ausschließlich herrschend und maßgebend gewesen. Die Resultate der SACHS-PFEFFER'schen Untersuchungen nahm auch PRINGSHEIM als richtig an, als er daran ging, eine Assimilationstheorie auszuarbeiten, die, auf völlig neuen Untersuchungsmethoden basierend, auf einem ganz anderen Wege zum Ziele zu kommen suchte[8]. PRINGSHEIM trat der Sache von drei Seiten entgegen — von der anatomischen, der experimentell-physiologischen und der mikrochemischen. Zunächst studierte er die Anatomie der Chlorophyllkörner und gelangte durch seine Untersuchungen weit über MOHL und SACHS hinaus. Er entdeckte die Schwammstruktur der Körner, die man bisher übersehen. Aber auch in bezug auf die Physiologie des Chlorophylls that er einen wesentlichen Schritt vorwärts. Nach sorgfältigen spektralanalytischen Studien des Farbstoffes ging er an die photochemische Untersuchung der grünen Zellen und gelangte, auf sehr zahlreiche Versuchsreihen gestützt — immer in der Voraussetzung, daß PFEFFER recht habe, daß das Assimilationsmaximum im Gelb liege — zu einer völlig neuen Theorie der Chlorophyllfunktion. Er erklärte die Wirkung des Farbstoffes im Assimilationsprozeß nicht als eine direkte chemische oder physikalische, sondern vertrat die Ansicht, daß der Farbstoff ein Schirm sei, der das eigentlich assimilierende Plasma gegen zu hohe Lichtintensitäten, die die Atmung befördern, also der Assimilation direkt entgegenarbeiten, schütze.

---

[1] Pelletier et Caventou, Sur la matière verte des feuilles. Journal de pharmacie 3 (1817), p. 486. Diese Forscher führten auch den Namen Chlorophyll ein.

[2] Brewster, On the colours of natural bodies. Transactions of the Royal Society of Edinburgh 12, p. 538.

[3] Untersuchungen über die optischen Eigenschaften des Blattgrüns. Poggend. Annalen 141 (1870), p. 245.

[4] On the various tints of autumnal foliage. Quart. Journ. of Science 24 (1871), p. 64, und On comparative vegetable chromatology. Proc. of Royal Society 21 (1873), p. 442.

[5] Zur Kenntnis der Chlorophyllfarbstoffe und ihrer Verwandten. Stuttgart 1872.

[6] Die Chemie und Physiologie der Farbstoffe, Kohlehydrate und Proteinsubstanzen. Leipzig 1877.

[7] Die Wirkung farbigen Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen. Arbeiten des botan. Instit. in Würzburg 1871.

[8] Untersuchungen über Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. Pringsheim's Jahrbücher 12 (1881).

Diese völlig neue Theorie vertrat PRINGSHEIM mit großem Scharfsinn in einer ganzen Reihe von Schriften, und wenn sich auch mit der Zeit der größere Teil der aus den Untersuchungen gezogenen Schlüsse — wie es jetzt fast scheinen will — als irrig erweisen sollte, so behält PRINGSHEIM doch das unbestreitbare Verdienst, eine neue Ära in den Chlorophylluntersuchungen eingeleitet zu haben — denn seit dem Erscheinen seiner Hauptabhandlung sind sowohl die anatomischen als die physiologischen und mikrochemischen Untersuchungen von einer großen Zahl von Forschern von neuem in die Hand genommen und planvoll weitergeführt worden. Der großen Mehrzahl nach schließen sich diese neueren Arbeiten an die doppelte Fragestellung PRINGSHEIM's

> Welche Wirkung übt der Chlorophyllfarbstoff im Assimilationsprozeß? — und Was ist das erste Assimilationsprodukt?

an, zwei Fragen, die vor PRINGSHEIM zwar gleichfalls schon, die erste von WIESNER, die letztere von SACHS gestellt, aber befriedigend nicht gelöst waren. Einer völlig befriedigenden Lösung führte sie nun freilich auch PRINGSHEIM nicht entgegen — allein seine planvollen Untersuchungen wurden doch Muster, nach denen weiter mit Erfolg gearbeitet werden konnte. So lagen z. B. PRINGSHEIM's anatomische Untersuchungen sowohl SCHMITZ[1] als A. MEYER[2] und mir[3] als Muster vor und auch auf spektralanalytischem Gebiet bin ich seiner Direktive gefolgt.

Auf anderen Wegen kamen jedoch zu ganz anderen Resultaten ENGELMANN[4] und REINKE[5]. Nachdem schon nicht lange vor dem Erscheinen der PRINGSHEIM'schen Hauptabhandlung zwei Russen — WOLKOFF[6] und TIMIRIAZEFF[7] — die experimentellen Grundlagen der Methode, die PFEFFER bei seinen Untersuchungen über die Einwirkung der verschiedenfarbigen Strahlen auf die Sauerstoffausscheidung angewandt, einer scharfen Kritik unterzogen hatten, allein ebenso wie N. J. C. MÜLLER[8] noch nicht zu völlig befriedigenden positiven Resultaten gekommen waren, unterwarfen kurz nacheinander ENGELMANN und REINKE, zwar nach zwei ganz verschiedenen Methoden arbeitend, aber mit im wesentlichen übereinstimmenden Resultaten die Grundlagen der PFEFFER'schen Assimilationstheorie einer erneuten experimentellen Prüfung. Das Resultat dieser Untersuchungen war im wesentlichen dies, daß es nunmehr über jeden

[1] Die Chromatophoren der Algen. Verhandl. d. naturhistor. Ver. der Rheinlande und Westfalens. 40 (1883), und Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren. Pringsheim's Jahrbücher XV.

[2] Das Chlorophyllkorn in chemischer, morphologischer und biologischer Beziehung. Leipzig 1883.

[3] Untersuchungen über das Chlorophyll. P. Parey 1884.

[4] Über Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospektrum. Botan. Zeit. 1882, und Farbe und Assimilation. Botan. Zeit. 1883.

[5] Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen. Botan. Zeit. 1883.

[6] Zur Frage über die Assimilation. Schriften d. Universität Odessa. 1875.

[7] Über die Wirkung des Lichtes bei der Assimilation des Kohlenstoffes in der Pflanze. St. Petersburg. 1875 (russisch).

[8] Über die Einwirkung des Lichtes und der strahlenden Wärme auf das grüne Blatt unserer Waldbäume. Botan. Untersuchungen I (1876).

Zweifel erhoben wurde, daß das Assimilationsmaximum nicht im Gelb, sondern im Rot und zwar an der Stelle des Chlorophyllbandes I liegt.

Die Untersuchungen Reinke's erscheinen völlig zuverlässig: namentlich was die Methode betrifft geht er ungleich korrekter als Pfeffer zu Werke und stehe ich daher nicht an, die Resultate von Reinke's Forschungen als richtig annehmend, dieselben den nachfolgenden Erörterungen zu Grunde zu legen.

Nicht viel über Pringsheim hinaus kamen die neueren anatomischen Untersuchungen der Chlorophyllkörner. Die schon von Pringsheim erkannte Schwammstruktur wurde von mir in umfassendster Weise bestätigt[1], in ihren Einzelheiten weiter verfolgt und den Angriffen namentlich von Schmitz, der das Korn als von Farbstofffibrillen gebildet ansieht, und Meyer, der den Farbstoff in Form von Körnern in farbloses Plasma eingebettet annimmt, gegenüber verteidigt. Ich habe mich durch eine große Anzahl von Beobachtungen davon überzeugt, daß die Maschen des farblosen Plasmaschwammes eines Chlorophyllkorns austapeziert sind von einem Farbstoffgemenge, welches die Maschenräume entweder ganz oder teilweise erfüllt.

Weiter als Pringsheim habe ich im Verlaufe der letzten Jahre die spektralanalytische Kenntnis der Körper der Chlorophyllgruppe geführt, indem ich zeigte, daß der grüne Farbstoff der Blätter ein Gemenge ist von blaugrünem Reinchlorophyll, dessen Absorptionsbänder bei

(I) $\lambda = 670—640$
(II) $\lambda = 620—600$
(III) $\lambda = 583—560$
(IV) $\lambda = 538—525$ (erst in dicken Schichten auftretend)

liegen und welches im Blau keine Bänder, sondern nur kontinuierliche Endabsorption zeigt — und gelbem Xanthophyll, welches im weniger brechbaren Ende keine, wohl aber im Blau 2 Bänder und Endabsorption besitzt. Die fraglichen Untersuchungen[2], die sich namentlich an die früheren Arbeiten von G. Kraus anlehnen, verbreiten über eine Anzahl von bisher unerklärten Thatsachen ein neues Licht.

So weiß man jetzt, daß der Grund für die an sich auffallende Thatsache, daß das Blau von Chlorophylllösungen und vom Blatte quantitativ stärker absorbiert wird als das Rot im Streifen I, wo doch das Assimilationsmaximum liegt, darin zu suchen ist, daß im Blau eine Übereinanderlagerung zweier Spektren stattfindet —: die Endabsorption des Reinchlorophylls verschlingt die Xanthophyllbänder.

Unter Zugrundelegung der eben angeführten und der Reinke'schen Untersuchungen und im Hinblick auf die Thatsache, daß Reinchlorophyll im direkten Sonnenlicht zu Chlorophyllan[3] oxydiert und später gänzlich entfärbt wird, wir aber nirgends in der normalen Pflanze den oxydierten

[1] a. a. O. Taf. I und II.

[2] Dieselben wurden vor kurzem (Ber. d. deutschen botan. Ges. 1884, Heft 10) durch Wegscheider in allen wesentlichen Punkten bestätigt.

[3] Über das Chlorophyllan, das erste Oxydationsprodukt des Chlorophylls, vergl. Hoppe-Seyler, über das Chlorophyll der Pflanzen. Zeitschr. f. physiolog. Chemie 3—5 und meine Abhandlung (1884. P. Parey) p. 41.

Farbstoff antreffen, derselbe also, da das Licht dauernd einwirkt, stets regeneriert werden muß — habe ich eine Hypothese der Chlorophyllfunktion aufgestellt, die sich in folgende Sätze zusammenfassen läßt:

1) Die von dem Chlorophyll so stark absorbierten roten Strahlen (zwischen B und C) werden in der Pflanze in Wärme und chemische Kraft umgewandelt und leisten am Chlorophyllmolekül die chemische Arbeit der Sauerstoffabspaltung.

2) Beides, Kohlensäureanfügung und Sauerstoffabspaltung, vollzieht sich am Chlorophyllmolekül selbst — ob von ein und demselben Atome des Moleküls, ist aber fraglich; auch läßt sich nicht entscheiden, ob beide Prozesse von denselben Lichtstrahlen eingeleitet bezw. zu Ende geführt werden. Wahrscheinlich wird nur die eigentlich schwere Arbeit der Sauerstoffabspaltung von den roten Strahlen zwischen B und C vollführt.

3) Die feine Verteilung des Farbstoffes in den Maschenräumen eines zarten Schwammes dient dazu, die Berührungsoberfläche des Farbstoffgemenges mit der zu assimilierenden Kohlensäure — H_2CO_3 — so sehr wie möglich zu vergrößern.

Es ist längst bekannt, daß, während wir am Chlorophyll der Blätter Fluoreszenzerscheinungen nur in sehr geringem Maße beobachten können, Lösungen desselben in Alkohol oder anderen Lösungsmitteln dieselben außerordentlich stark zeigen. Wie Hagenbach, der das emittierte Fluoreszenzlicht eingehend studierte, gezeigt hat, besteht dasselbe, gleichviel von welchen Lichtstrahlen des Spektrums es erregt wird, aus homogenem Rot der Lage des Chlorophyllstreifens. Es ist daher nicht unmöglich, daß die Lichtart der Strahlen, welche die chemischen Umsetzungen in der lebenden Pflanze bewirkt, als Fluoreszenzlicht von der Lösung ausgesandt wird. Hoppe-Seyler sagt von der Atomgruppe, welche das fluoreszierende Licht aussendet, »sie muß eine sehr große und freie Beweglichkeit besitzen, da ihre Schwingungen so regelmäßige sind und die verschiedensten Stöße, welche sie durch Lichtbewegungen erhält, sie zu ihren regelmäßigen Pendelschwingungen veranlassen. In diesen Schwingungen«, fährt derselbe fort, »sammeln sich die Lichtwirkungen und der Gedanke läßt sich nicht abweisen, daß diese Atomgruppe es ist, welche in der lebenden Pflanze die Abspaltung des indifferenten Sauerstoffes ausführt.« Bei dem von Stokes erwiesenen engen Zusammenhange von Absorption und Fluoreszenz[1] ist es nun durchaus wahrscheinlich, daß die Atomgruppe, welche durch ihre Schwingungen das Fluoreszenzlicht der Wellenlängen B—C hervorruft, die gleiche ist wie die, welche durch die Gleichsinnigkeit ihrer Schwingungen (gleiche Wellenlänge und Schwingungsdauer) mit denen der sie treffenden Lichtwellen die Absorption zwischen B—C bewirkt.

Dieser Atomgruppe, welche bei der Behandlung des Chlorophylls mit Salzsäure, Essigsäure, Schwefelsäure in ihrer Lage augenscheinlich erhalten bleibt — die gebildeten Verbindungen Chlorophyllan, Phyllocyanin etc. zeigen Band I an der gleichen Stelle wie das Chlorophyll — und welche

[1] Wodurch das Kirchhof'sche Gesetz erweitert wurde.

bei der Behandlung mit Kalilauge oder Natrium nur geringe Verschiebungen zu erleiden scheint — welche somit gegenüber den Atomgruppen, deren Schwingungen die Absorptionen in den anderen, bekanntlich in Lage und Intensität sehr variablen Streifen bewirken, relativ stabil ist — käme demnach eine hohe Bedeutung für die im Molekül zu leistende chemische Arbeit zu[1]. Ob die in diesem Falle geleistete chemische Arbeit die Anfügung der Kohlensäure oder die Abspaltung des Sauerstoffes oder beides ist, läßt sich noch nicht entscheiden, jedenfalls ist es, wie auch Hoppe-Seyler meint, nicht widersinnig, anzunehmen, daß diese beiden Prozesse an verschiedenen Atomgruppen im Molekül sich vollziehen, wie es nicht widersinnig ist, anzunehmen, daß das Licht der Wellenlängen zwischen B und C den einen, das gelbe Licht aber den anderen Prozeß an derselben Atomgruppe einleite bezw. vollziehe. Denn thatsächlich sehen wir am Chlorophyll zwei Prozesse verlaufen, die von verschiedenfarbigem Licht eingeleitet bezw. zu Ende geführt werden: der Assimilationsprozeß wird durch die Strahlen zwischen B und C, der Prozeß der Oxydation des Chlorophylls zu Chlorophyllan aber nach den bisherigen Untersuchungen in erster Linie vom gelben Licht eingeleitet. Es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß mit der Aufnahme der Kohlensäure in das Molekül des Chlorophylls eine durch die gelben, vom Chlorophyll des lebenden Blattes stark absorbierten Strahlen[2] eingeleitete Oxydation desselben zu Chlorophyllan erfolgt und daß »die eigentlich schwere Arbeit der Sauerstoffabspaltung« erst am Chlorophyllan stattfindet und dieses durch den Reduktionsprozeß, welchen die vom Chlorophyll noch stärker absorbierten Lichtstrahlen zwischen B und C anregen, wieder in Chlorophyll zurückgeführt wird. Die Assimilationskurven Reinke's und Engelmann's zeigen freilich an den Stellen des gelbabsorbierenden Bandes III keine Hebungen.

Doch scheint mir dies nicht von vornherein gegen eine aktive Beteiligung der gelben Strahlen wenigstens an der ersten Phase des Assimilationsprozesses zu sprechen, denn da die beiden Phasen — Anfügung des CO_2 und Abspaltung des O — nicht gesondert, sondern nur gemeinsam den Assimilationsprozeß bilden, die Abspaltung des Sauerstoffs aber sicher die schwerere der beiden chemischen Arbeitsleistungen ist, so wäre es nicht verwunderlich, wenn nur diese sich deutlich in dem Verlaufe der Assimilationskurve ausspräche. Soviel steht fest: es muß unter allen Umständen unter dem Einflusse des Lichtes eine Oxydation des Chlorophylls zu Chlorophyllan stattfinden. Da wir die Produkte dieser Oxydation im lebenden Blatte nicht auffinden, so muß mit der gleichen Sicherheit eine ständige Reduktion des gebildeten Chlorophyllans vor sich gehen. Nach obiger Vorstellung müßte man annehmen, daß die beiden Prozesse der Kohlensäureaufnahme und der Sauerstoffabspaltung an der gleichen Atomgruppe stattfänden, eine Vorstellung, die zwar der Ansicht Hoppe-Seyler's widerspricht, die aber a priori nichts Widersinniges hat.

Eine wesentliche Stütze erhält meine eben vorgetragene Hypo-

[1] Zu dem gleichen Resultate kommt Reinke (Ber. d. deutsch. botan. Ges. Bd. I, p. 419).

[2] Vergl. mein Blattspektrum a. a. O. Taf. III Fig. 35.

these der Chlorophyllfunktion durch das Verhalten des Farbstoffes der Blätter einer Anzahl immergrüner Gewächse während des Winters. Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß die Blätter mehrerer Koniferen im Winter sich verfärben: sie werden braungrün[1]. Besonders schön sieht man dies Phänomen bei *Thuja*. Die Erscheinung beruht darauf, daß der grüne Farbstoff oxydiert und unter der gleichzeitigen Einwirkung von Licht und Kälte in das braungrüne Chlorophyllan übergeführt wird. Erst bei Beginn des Frühlings wird die rein grüne Farbe wieder hergestellt. Die Körner selbst erleiden dabei wesentliche Formveränderungen nicht. Hier wird also der normale Assimilationsprozeß gewissermaßen in seine zwei Phasen zerlegt: die Oxydation des Chlorophylls zu Chlorophyllan und die Reduktion des letzteren zu Chlorophyll — nur daß diese beiden, im normalen Prozesse unmittelbar aufeinander folgenden Vorgänge hier zeitlich weit auseinander gerückt werden. Man kann sich die Sache so vorstellen, daß im Winter die Oxydationsprozesse (Atmung) dermaßen die Reduktionsprozesse (Assimilation) überwiegen, daß sogar Oxydationen des Farbstoffes eintreten, Oxydationen, die jedoch nicht bis zur vollständigen Zerstörung desselben, sondern nur bis zum Chlorophyllan, dem ersten Oxydationsprodukte fortschreiten. Überwiegt alsdann bei Beginn des Frühlings wieder die Assimilation, so tritt eine Reduktion des oxydierten Farbstoffes ein und die Pflanze ergrünt von Neuem.

Daß auch im normalen Assimilationsprozesse notwendig eine Oxydation des Chlorophyllfarbstoffes stattfinden muß, ergibt sich schon aus der Erwägung, daß es bei der großen Oxydierbarkeit des Farbstoffes im Licht undenkbar ist, daß derselbe, da im Korn fein verteilt und den oxydierenden Agentien eine große Oberfläche darbietend, unverändert bleiben kann.

Die eben vorgetragene Hypothese der Chlorophyllfunktion weicht in mehreren wichtigen Punkten nicht wesentlich von einer fast gleichzeitig — oder doch wenigstens nur kurze Zeit später — aufgestellten von Reinke[2] ab.

Wir sahen schon oben, daß dieser Forscher auf Grund einer Reihe von Versuchen im objektiven Spektrum zu der Bestätigung der Engelmann'schen Ansicht, daß das Assimilationsmaximum im Rot zwischen B und C liege, gekommen war, zu welcher Ansicht bereits 10 Jahre früher schon Lommel auf Grund der theoretischen Erwägung, daß das Assimilationsmaximum dort liegen müsse, wo die stärkste Absorption bei höchster mechanischer Intensität der absorbierten Strahlen vorhanden sei, gelangte. Reinke's Versuche unterscheiden sich insofern von den früheren, als bei ihnen in erster Linie berücksichtigt wurde, daß infolge der sehr ungleich starken Brechbarkeit der einzelnen Strahlen des Spektrums verschiedene empirisch gleichbreite Regionen desselben sehr ungleiche Mengen von Strahlen enthalten. So wird ein Bezirk im Rot

[1] Vergl. G. Kraus, Winterliche Färbung immergrüner Gewächse. Botan. Zeit. 1872; Mac Nab, Landwirtschaftl. Versuchsstationen 16 (1873); Haberlandt, Sitzungsber. d. Wiener Akad. 73 (1876) u. a.

[2] Die optischen Erscheinungen der grünen Gewebe und ihre Beziehungen zur Assimilation des Kohlenstoffs. Ber. d. deutsch. botan. Ges. 1883.

sehr viel mehr Strahlen enthalten als ein gleichbreiter im Blau. Direkt quantitativ vergleichbar sind daher nur zwei Regionen, die die gleiche Anzahl von Strahlen enthalten. Reinke verwendet daher bei seinem Spektrophor eine Blende, die mit einer Skala des Normalspektrums verbunden ist und die es ihm ermöglicht, stets quantitativ gleiche Mengen von Strahlen hindurchzulassen. Es ist erstaunlich, daß diese einfache Methode nicht schon von den früheren Forschern angewendet wurde — und erklärlich, warum mit der alten Pfeffer'schen unmöglich richtige Resultate gewonnen werden konnten.

Die nach Reinke's Methode gewonnenen Resultate müssen wir also zunächst als beweisend ansehen, um so mehr als sie durch die Versuche Engelmann's in den wesentlichen Punkten bestätigt werden.

Engelmann operierte nach einem ganz anderen Prinzip als Reinke. Während letzterer wie die meisten der früheren Forscher die Assimilationsgröße durch die Anzahl der ausgeschiedenen Gasblasen maß, verwendete Engelmann hierzu sauerstoffempfindliche Bakterien. Er hatte nämlich gefunden, daß Bakterien sich an allen den Punkten anhäufen, wo ihnen eine reiche Zufuhr von Sauerstoff geboten wird, und daß diese Anhäufung proportional der Menge des ausgeschiedenen Sauerstoffs ist[1]. Dadurch nun, daß er in der Ebene des Objekttisches ein kleines Spektrum entwarf und quer durch dasselbe einen Algenfaden legte, neben dem (natürlich unter Deckglas) eine Anzahl Bakterien sich befanden, war es ihm leicht möglich, den Punkt der stärksten Sauerstoffausscheidung zu bestimmen, da an diesem sich die größte Anzahl Bakterien anhäufen mußte. Auch Engelmann fand das Assimilationsmaximum im Rot zwischen B und C, dort wo das dunkle Chlorophyllband I liegt.

Damit war die Pfeffer'sche Vorstellung, daß das Maximum im Gelb liege, widerlegt und es kam nun darauf an, die gewonnenen Thatsachen zu einer Assimilationshypothese zu formulieren. E. that dies nicht, sondern hielt sogar merkwürdigerweise an der alten Ansicht fest — Reinke jedoch sprach, hauptsächlich an die theoretisch-physikalischen Erörterungen Hoppe-Seyler's anknüpfend, eine bestimmte Vorstellung über die Funktion des Chlorophylls aus. Er sagt:

Die Wirkung des Lichtes auf die Pflanze ist eine Funktion folgender Faktoren:

1) eine Funktion der Intensität des Lichtes, d. h. sie ist proportional dem Quadrat der Amplitude eines Strahls;

2) eine Funktion der Konzentration des Lichtes, d. h. proportional der relativen Menge der in einem Lichtbündel von gegebenem Querschnitt enthaltenen Strahlen und proportional dem Kosinus des Einfallswinkels dieses Strahlenbündels;

3) eine Funktion der Schwingungszahl des Lichtes;

4) eine Funktion der Absorption des Chlorophylls;

5) damit zugleich eine Funktion der Atombewegung des Chlorophylls.

Dadurch, daß Reinke die Assimilations- und die Absorptionskurve miteinander verglich und sie im allgemeinen übereinstimmend fand, kam

[1] Vergl. Kosmos 1884, II. S. 210, im Anschluß an Pfeffer's Untersuchungen über die Spermatozoen der Farne. Anm. d. Red.

er zu dem Schlusse, daß die Assimilation als eine Funktion der Absorption in derjenigen Atomgruppe, welche im Chlorophyll die Strahlen zwischen B und C stark absorbiert und im gelösten Zustande Strahlen der gleichen Wellenlänge als Fluoreszenzlicht emittiert, zu betrachten ist.

Auch Reinke faßt die Assimilation als eine Funktion des Schwingungsvermögens der Atome dieser Atomgruppe im Chlorophyllmolekül auf und vertritt die Ansicht, daß der Prozeß auf die chemische Thätigkeit dieser Atomgruppe zurückzuführen sei.

Wie hieraus ersichtlich, stimmt seine Ansicht mit der meinigen in den Hauptpunkten überein — nur habe ich versucht, soweit es die wenigen sichergestellten Daten erlauben, die Hypothese weiter zu entwickeln, und bin daher auch der Frage: wie ist die Kohlensäureaufnahme zu denken und wo findet die Sauerstoffabspaltung statt? — näher getreten.

Die Vorstellung, die ich über diesen Vorgang gewann, erklärt nun zwar den Prozeß nicht völlig, steht aber mit den beobachteten Thatsachen im Einklang. Sie lehnt sich wesentlich an die Ansicht Wiesner's an, welche dieser von der Funktion des Farbstoffes gewann, gegen welche zwar von verschiedenen Seiten, ja von Wiesner selbst, Bedenken erhoben worden sind, welche ich jedoch, da die Bedenken auf falschen Voraussetzungen beruhen, zunächst als die wahrscheinlichste anzunehmen geneigt bin. Denn die mit unreiner Chlorophylllösung angestellten Versuche, die Zersetzlichkeit des Farbstoffes im Lichte betreffend, können schon der Natur der Sache nach keine sicheren Anhaltspunkte bieten. —

Auch ein anderer Forscher, C. Kraus[1], hat übrigens den Versuch gemacht, die Assimilation durch chemische Thätigkeit des Chlorophyllfarbstoffes zu erklären. Da sich diese Hypothese aber nur auf theoretischen Spekulationen aufbaut, so kann dieselbe hier füglich übergangen werden.

Während Wiesner's Hypothese eine rein chemische ist, vereinigt die meinige beides, das chemische und physikalische Verhalten des Farbstoffes, sie ist also gewissermaßen eine chemisch-physikalische Hypothese der Chlorophyllfunktion zu nennen.

Rein physikalisch ist jedoch die Hypothese Pringsheim's. Das chemische Verhalten des Farbstoffes kommt bei ihr in keiner Weise in Betracht, sondern einzig und allein das Absorptionsvermögen. Pringsheim denkt sich den Prozeß in der Weise verlaufend, daß von ihm der Farbstoff selbst in keiner Weise chemisch affiziert wird, sondern dieser nur durch seine Absorptionen als Atmungsregulator für das assimilierende Plasma dient. Gerade entgegengesetzt wie Reinke und Engelmann nimmt Pringsheim an, daß die vom Chlorophyll nicht absorbierten Strahlen die für den Assimilationsprozeß chemisch wirksamen sind und daß die übrigen vom Chlorophyll reichlich absorbierten nur deshalb verschluckt werden, damit die mechanische Intensität der Strahlen nicht derartig anwachse, daß die Reduktionsvorgänge (die Assimilation) gegenüber der gesteigerten Atmung zu so minimalen Werten herabgedrückt

[1] Über die physiologische Bedeutung des Chlorophyllfarbstoffes. Wollny's Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik (1878), p. 83.

werden, daß sie für die Pflanze nicht mehr in Betracht kommen. Mit einem Worte: Pringsheim sieht in dem Chlorophyll einen Lichtschirm.

Die ganze Hypothese beruht auf der Voraussetzung, daß die Sachs-Pfeffer'sche Assimilationstheorie, daß das Assimilationsmaximum im Gelb liege, richtig sei. Seit wir erkannt haben, daß dies nicht der Fall ist, müssen wir auch die auf diesen Prämissen aufgebaute Hypothese fallen lassen, selbst wenn nicht auch gewichtige andere Gründe dagegen sprächen.

Daß ein so lichtempfindlicher und so leicht oxydabler Körper, der außerdem auch noch den ihn verändernden Agentien — der Kohlensäure und dem Sauerstoff — die größtmögliche Oberfläche darbietet, ein schlechter Lichtschirm wäre, ist wohl von vornherein klar. Zudem würde der Farbstoff, wenn er nur als Schirm wirken sollte, sicher als Mantel das Chlorophyllkorn umgeben und nicht die Maschenräume desselben auskleiden. Auch kennen wir, wie Engelmann gezeigt hat, keinen Fall, wo farbloses Plasma, selbst im Schutze von Chlorophyllkörnern liegendes, assimilierte, wir finden Assimilation eben einzig und allein im Chlorophyllkorn, und da die Strukturverhältnisse desselben auf eine chemische Rolle des Farbstoffes deuten, so erscheint es als das natürlichste, eine chemische Beteiligung des Farbstoffes auch anzunehmen.

Übrigens widerspricht auch die Annahme, daß die Natur einen Prozeß — die Assimilation — in der Pflanze vor sich gehen lasse, der von vornherein gegen das, was ihn einleitet — das Licht — geschützt werden müsse, den Zweckmäßigkeitsgesetzen. Warum hat denn nicht — fragt man unwillkürlich — in diesem Falle wie in so vielen anderen die Natur von vornherein den Verlauf des Prozesses so eingerichtet, daß er des Schutzmittels entraten kann — da der Pflanze doch sonst keine Vorteile aus dem Schutzmittel erwachsen?

Unter die chemischen Theorien der Assimilation sind auch noch zwei zu rechnen, die, wennschon sie den Farbstoff selbst nicht eigentlich in den Prozeß mithineinziehen, doch hier erwähnt werden müssen.

Es ist das einmal die schon von Senebier, Mulder, Link und Meyen aufgestellte, bereits eingangs kurz erwähnte Theorie, daß der Chlorophyllfarbstoff das erste Assimilationsprodukt repräsentiere, also an der eigentlichen Assimilation nicht teilnehme. Während man der Regel nach annahm, daß das Chlorophyll die Ursache der Assimilation sei, sahen die genannten Forscher den Farbstoff als Wirkung, als Produkt derselben an. Da diese Vorstellung neuerdings wieder von Sachsse[1] ausgesprochen und mit Argumenten belegt wurde, muß ich auf dieselbe mit ein paar Worten zurückkommen. Die Gründe, welche Sachsse zu dieser Auffassung leiteten, führt derselbe mit folgenden Worten an: 1) »Es ist eine Thatsache, daß das Chlorophyll in der lebenden Pflanze unter der Wirkung des Lichtes zerstört wird. Diese Erscheinung scheint eine ganz allgemeine zu sein; man muß daher, um die Beständigkeit der grünen Farbe der Pflanzen zu erklären, annehmen, daß neben dem Zerstörungsprozeß fortwährend ein Neubildungsprozeß herläuft, der den

[1] Die Chemie und Physiologie der Farbstoffe etc. Leipzig 1877.

Verlust deckt.« 2) »Es lassen sich dem Chlorophyll in gewissen Eigenschaften nahestehende Farbstoffe aus Elementen erzeugen, die einen genetischen Zusammenhang zwischen diesen Farbstoffen und den Kohlehydraten nicht unwahrscheinlich erscheinen lassen.« 3) »Es gibt eine Reihe von Erscheinungen, die sich ungezwungen nicht anders erklären lassen als durch die Annahme, daß unter Umständen auch Kohlehydrate wieder in Chlorophyll oder diesem nahestehende Farbstoffe verwandelt werden.«

Alle drei Gründe sind nicht zwingend. Die in Position 1 erwähnte Thatsache habe ich, wie weiter vorn ersichtlich, ganz anders gedeutet, und die in 2 angeführten Reaktionen des Farbstoffes beweisen im günstigsten Falle (d. h. selbst angenommen — was in der That aber nicht der Fall ist — das Chlorophyll werde durch Natrium nicht verändert)[1] nur soviel, daß der Farbstoff in irgend einer entfernten Beziehung zu den Kohlehydraten steht. Wie viele Körper, die in der Pflanze vorkommen, gibt es aber, welche diese und eine noch viel nähere Verwandtschaft zu den Kohlehydraten zeigen, ohne daß man doch bisher daran gedacht hat, sie als erste Assimilationsprodukte anzusprechen. Zudem kann man die von SACHSSE aufgefundene Beziehung des Farbstoffes zu den Kohlehydraten mit demselben Rechte auch für die Hypothese verwenden, die die Assimilation als eine chemische Funktion des Chlorophyllmoleküls ansieht. Das dritte Argument SACHSSE's, es sei wahrscheinlich, daß unter Umständen Kohlehydrate in Chlorophyll übergingen, stützt sich zunächst auf die Thatsache, daß im kohlensäurefreien Raume am Licht langsam ergrünende Keimpflanzen ihren Farbstoff notwendigerweise aus den Reservestoffen bilden müssen, und da sei es dann, meint SACHSSE, wahrscheinlich, daß die Kohlehydrate in erster Linie als Ausgangsmaterial dienten. Warum die anderen, z. B. die stickstoffhaltigen Reservestoffe bei der Bildung ausgeschlossen sein sollen, ist nicht ersichtlich — mir ist es sogar sehr wahrscheinlich, daß gerade diese an der Chlorophyllbildung teilnehmen, da nach einigen vorläufigen Versuchen der Chlorophyllfarbstoff entweder in die Nähe der Lecithine gehört oder selbst ein Lecithin ist.

Die anatomischen Befunde, aus denen Beziehungen des Farbstoffes zu den Kohlehydraten hervorgehen sollen, auf die SACHSSE aber selbst wenig Wert zu legen scheint, will ich hier nur mit dem Hinweise erwähnen, daß aus keinem der angeführten Fälle unbedingt und ohne weiteres eine direkte Entstehung des Farbstoffes aus den Kohlehydraten gefolgert werden kann. Wie sehr man in diesen und ähnlichen Fällen irren kann, habe ich selbst gelegentlich meiner Chlorophylluntersuchungen gesehen. Die verschiedensten Thatsachen, anatomischer Befund, spektroskopische Prüfung etc., schienen darauf zu deuten, daß sehr innige Beziehungen zwischen dem Chlorophyll und den gelben Farbstoffen, Xanthophyll und Anthoxanthin, bestehen, und doch ist es mir heute viel

[1] Sachsse geht nämlich bei seinen Untersuchungen von Farbstoffen aus, die er durch Behandeln einer Chlorophylltinktur mittels Natrium erhält. Der so entstehende Körper ist nicht mehr unverändertes Chlorophyll.

wahrscheinlicher geworden, daß dieselben nicht vermögen, direkt in einander überzugehen.

Am meisten wird noch die SACHSSE'sche Vorstellung wahrscheinlich gemacht durch die Erwägung, es müsse erlaubt sein, anzunehmen, daß das Chlorophyll, so gut es aus anderen Kohlenstoffverbindungen in der lebenden Pflanze entstehen, so auch in diese wieder verwandelt werden könne — allein erstlich ist noch nicht erwiesen, aus welchen Stoffen das Chlorophyll bei CO_2-Abschluß sich bildet, und ferner wissen wir auch nicht, ob eine Umwandlung des Chlorophylls in dem SACHSSE'schen Sinne überhaupt stattfindet; hier dient also eine ganz unsichere Prämisse der Beweisführung als Grundlage.

Wennschon wir also die Beweisführung SACHSSE's, daß der Farbstoff Assimilationsprodukt sei, als nicht zwingend erkennen müssen, so ist es doch anderseits sehr schwer, die Unmöglichkeit der genannten Vorstellung zu erweisen. Möglich bleibt es immerhin, daß der Farbstoff das erste Assimilationsprodukt ist — obschon sich kein irgendwie gewichtiger Grund dafür anführen läßt.

Ganz unberücksichtigt lassen LIEBIG, ERLENMEYER[1], BAEYER[2] (früher auch REINKE[3]) den Chlorophyllfarbstoff bei ihren Assimilationstheorien. Sie leugnen zwar nicht, daß das Chlorophyll zur Assimilation nötig sei — allein sie denken sich doch den Prozeß ganz unabhängig vom Farbstoff verlaufend. Auch DETMER's[4] Assimilationshypothese, die sich wesentlich an die BAEYER's und WIESNER's anlehnt, gehört etwa hierher — sie sucht zwischen den Anschauungen, daß das Chlorophyll nicht am Prozesse teilnehme, und denen, die das Gegenteil behaupten, zu vermitteln.

LIEBIG betrachtet die Pflanzensäuren, ERLENMEYER Ameisensäure und Wasserstoffsuperoxyd, BAEYER (auch DETMER) das Formaldehyd als erste Produkte der Assimilation der Kohlensäure und des Wassers. Die Ansichten der ersten beiden Forscher haben eine experimentelle Bestätigung nicht erfahren, die letztere dagegen hat sowohl durch BAUTLEROW's[5] Entdeckung, daß ein zuckerartiger Körper entsteht, wenn man eine wässerige Lösung von kondensiertem Formaldehyd mit Alkalien behandelt, als auch durch den direkten Nachweis von Aldehyden (und zwar wahrscheinlich Formaldehyd) im Pflanzenkörper durch REINKE und KRÄTSCHMAR[6] eine wesentliche Stütze erhalten. Jedenfalls ist die Thatsache beachtenswert, daß Kohlensäure durch Reduktionsmittel in Formaldehyd (CH_2O) übergeführt werden kann.

Vielleicht aber führt auch ein ganz anderer Prozeß zur Aufklärung des Assimilationsvorganges. Oxalsäureäther geht nämlich durch Reduktionsmittel leicht in Desoxalsäureäther über und die Desoxalsäure spaltet sich leicht in Zucker und Glyoxylsäure. Wie dem auch sei, einen

[1] Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1877, p. 634.

[2] Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1870, p. 63.

[3] Der Prozeß der Kohlenstoffassimilation im chlorophyllhaltigen Protoplasma. Untersuch. aus d. botan. Laboratorium der Universität Göttingen 1881.

[4] System der Pflanzenphysiologie, in der „Encyclopädie der Naturwissenschaften", 1881.

[5] Lehrbuch der organischen Chemie p. 267 u. 424.

[6] Ber. d. deutsch. chem. Ges. 14 (1881).

klaren Einblick in die Vorgänge besitzen wir noch nicht. Alles bisher Angeführte ist über das Stadium einer Hypothese nicht hinausgekommen.

Die drei eben angeführten Hypothesen nehmen an, daß sich der eigentliche Assimilationsprozeß nicht im Chlorophyll, sondern im Plasma vollziehe — eine Ansicht, die übrigens auch Timiriazeff teilt, der die Wirkung des Chlorophylls wesentlich in der Weise erklärt, daß er die Absorption des Farbstoffes zwar als bewegende Ursache der chemischen Umsetzungen ansieht, aber nicht annimmt, daß sich diese Umsetzungen auch am Chlorophyllmolekül äußern, sondern vielmehr glaubt, daß eine Übertragung auf das Plasma stattfinde. Er denkt sich dies wohl etwa in der Weise, wie man es bei Mengung von Silberhaloidsalzen mit Chlorophyll bemerkt, wobei es sich herausstellt, daß die ersteren nicht nur von den blauen, den sog. chemischen Strahlen, sondern von allen denen zersetzt werden, die der beigemengte Farbstoff absorbiert.

Gegen diese letztere Ansicht läßt sich nichts Wesentliches einwenden, sie erhält sogar einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit, wenn wir berücksichtigen, daß, soweit uns die neueren Untersuchungen darüber belehrt haben, das Chlorophyll im Korn innig gemengt mit eiweißartigen Körpern, ja vielleicht sogar mit denselben chemisch verbunden vorkommt. Bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse läßt sich die Frage jedoch nicht entscheiden. Wenn ich in meiner Chlorophyllhypothese annehme, daß die durch die Umwandlung der stark absorbierten roten Strahlen in chemische Kraft geleistete chemische Arbeit im Chlorophyllmolekül selbst geleistet werde, so gründet sich diese Vorstellung im wesentlichen auf die Thatsache, daß im anderen Falle eine Reduktion des Chlorophyllans, die wir doch annehmen müssen, nicht stattfinden könnte. Denn anzunehmen, daß sowohl die Reduktion der Kohlensäure zu Formaldehyd als die Reduktion des Chlorophyllans zu Chlorophyll die Quellen des ausgeschiedenen Sauerstoffes seien, ist doch wohl ungereimt.

So wenig wir also auch einen klaren Einblick in den Verlauf des Assimilationsprozesses, des Grundprozesses der Ernährung zur Zeit gewonnen haben, so ist doch soviel erwiesen, daß

die Absorption der roten Strahlen von hoher mechanischer Intensität durch den Farbstoff Grund und Ursache der Assimilation ist und daß die Maxima der Assimilation und Absorption zusammenfallen, und es scheint festzustehen,

daß der Farbstoff vermöge seiner feinen Verteilung unter dem Einflusse von H_2CO_3 und O eine stetige Oxydation erleidet, die aber sofort durch Reduktion wieder ausgeglichen wird,

daß also der Assimilationsprozeß eine Funktion der durch Umsetzung der leuchtenden Strahlen zwischen B und C in chemische eingeleiteten Atombewegung der wichtigsten Atomgruppe des Chlorophyllmoleküls ist, eben derjenigen Atomgruppe, welche die starken Absorptionen hervorruft.

November 1884.

Die fossile Flora arktischer Länder.

Von

Dr. **Robert Keller** (Winterthur).

(Schluß.)

Schlussbetrachtungen.

Die Kenntnis einer auch noch so großen Summe von Einzelheiten kann nicht das Ziel, der letzte Zweck der Wissenschaft sein. Sie soll vielmehr durch die Kenntnis der einzelnen Thatsachen zur Erkenntnis allgemeiner Prinzipien zu gelangen suchen. So liegt also auch uns die Aufgabe ob, auf Grund der gewonnenen Kenntnisse nach Resultaten allgemeinern Inhaltes zu forschen.

Heer selbst, trotzdem er wohl ein besonderes Anrecht hat, zur Schule der »exakten Naturforschung« gezählt zu werden, ist nicht so einseitig gewesen, daß er sich mit der genauen Darlegung und Beschreibung des reichen Materials arktischer Pflanzenfossilien begnügt hätte. Auch ihm ist das ganze Detail das sichere Fundament, auf welches er weiter baut. Es ist vorab eine physikalische Frage, die ihm durch das Studium der fossilen Flora arktischer Länder nahe gelegt wird. Welche klimatischen Verhältnisse setzen diese Florenelemente der verschiedenen geologischen Zeiten voraus? Welche Wandlungen hat im Laufe der Äonen das Klima des hohen Nordens erfahren? Eine zweite naturphilosophische Frage: steht die fossile Flora mit der Entwickelungstheorie, der allmählichen Umwandlung der Arten zur Neubildung anderer Arten im Einklang, wird von ihm mehr gelegentlich gestreift.

Die erste der beiden Fragen, die wir übrigens auch schon berühren mußten, wollen wir in thunlichster Kürze besprechen. Schon der Raum gestattet uns nicht, spezieller den sehr eingehenden Erörterungen Heer's zu folgen. Zudem halten wir im Gegensatz zu Heer eine detailliertere und speziellere Behandlung der zweiten Frage für interessanter und nicht minder wertvoll. Wir werden aber zu ihr um so eher angeregt, als sich uns und wohl jedem, der sich einigermaßen in das große Detail der Flora fossilis arctica versenkt, die Frage aufdrängen muß: Nötigen die arktischen Pflanzenfossilien, die durch Heer eine so klassische Bearbeitung gefunden haben, wirklich zu der negierenden Stellung, die der große Paläontolog der allmählichen Umwandlung anderer Arten gegenüber eingenommen hat?

Wir haben bereits erwähnt, zu welch eigentümlichen Ansichten viele geführt wurden, weil es ihnen widersinnig schien, daß Pflanzen, deren

lebende Verwandte in der tropischen Zone oder in gemäßigten Klimaten leben, einst im höchsten Norden ein gedeihliches Dasein geführt haben sollten. Jene Zweifler müssen natürlich konsequenterweise ihre Bedenken nicht nur über die Tertiärflora der arktischen Zone geltend machen, sie müßten auch gegen noch frühere Floren, z. B. jene der cykadeenreichen Kreidezeit ihre Zweifel noch entschiedener erheben, da ja die älteren geologischen Formationen noch relativ reicher an ausgesprochenen Tropenpflanzen sind als die späteren. Die konsequente Durchführung ihrer Einwände bringt sie aber bald mit Betrachtungen, die auf der Entstehung der Erde aus glühend flüssigem Zustand basieren, in starken Konflikt. Der Einfluß der inneren Erdwärme bedingte in früheren geologischen Epochen eine Gleichartigkeit der thermischen Verhältnisse. Thermische Differenzen, also die Entwickelung klimatischer Zonen, sind erst von dem Momente an denkbar, wo die Sonnenbestrahlung einen erheblichen Einfluß gegenüber der Eigenwärme der Erde gewann. An eine plötzliche bedeutende Verringerung der inneren Erdwärme, also an eine plötzliche Herrschaft der Sonnenwärme ist nicht zu denken. Auch hier wird das alte Axiom: Natura non facit saltum, seine Gültigkeit haben. Die allmähliche Abnahme der innern Erdwärme ist sicherlich wenigstens einer der Faktoren, die eine allmähliche Temperaturverringerung des Nordens zur Folge hatten. In der Jura- und Kreidezeit begegnen wir im Norden Temperaturverhältnissen, die den tropischen und später den subtropischen der Gegenwart entsprachen. Das Vorkommen der Cykadeen berechtigt uns zu dieser Annahme. Denn wir halten dafür, daß auch in früheren geologischen Perioden die Pflanzenwelt den Gesetzen unterworfen war, denen sie heute gehorcht, daß wir aus den Lebensbedingungen, aus dem heutigen Wärmebedürfnis der Repräsentanten einer Pflanzengruppe auch auf die physikalischen Bedingungen in früheren Äonen im allgemeinen zurückschließen dürfen. Die Pflanzengeographen[1] führen aber die lebenden Cykadeen als Charakterordnungen der paläotropischen Florengruppe von Afrika und Asien, des intratropischen Amerika und in untergeordneter Weise des südlichen Afrika und des extratropischen (jedoch subtropischen) Australien und Neuseeland an. Weil die Cykadeen in den Patootschichten fehlen, schließen wir, daß zwischen der Zeit, da die Ataneschichten einerseits, die Patootschichten anderseits gebildet wurden, die klimatische Differenzierung bereits so ausgeprägt war, daß man von einer tropischen und subtropischen Region reden konnte. Die letztere Bezeichnung kam der heutigen arktischen (und wohl auch antarktischen) Region zu. Daß wirklich die Flora der obersten Kreide eine subtropische im heutigen Sinn des Wortes war, glauben wir, um nur einige Gattungen zu nennen, aus dem Vorkommen von *Sassafras*, *Laurus*, *Cinnamomum* u. s. f. schließen zu dürfen.

Je mehr der Einfluß der inneren Erdwärme infolge weiter fortschreitender Abkühlung zurücktreten mußte, umsomehr werden nun auch die thermischen Verhältnisse durch andere Faktoren, Verteilung von Land

[1] Vergl. Dr. Oskar Drude, Die Florenreiche der Erde; Petermann's Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 74.

und Wasser, Meeresströmungen etc. bedingt werden. — Die Flora der Tertiärzeit, speziell jener Epoche, der die Tertiärpflanzen der arktischen Zone vorwiegend angehören, des Miocän, stellt vom Gesichtspunkt des Wärmebedürfnisses aus ein zu buntes Gemenge dar, als daß wir aus ihr ohne weiteres die klimatischen Verhältnisse der damaligen Zeit erschließen könnten. Zunächst begegnen uns, wie nachfolgende Gruppierung zeigt, Pflanzen, deren nächste lebende Verwandte auch heute noch in der arktischen Zone vorkommen.

Tertiäre Arten.	Homologe lebende Arten.	Nördliches Vorkommen.
Pteris oeningensis A. Br.	*Pt. aquilina* L.	Norwegen (bis 69°), Schweden 64°.
Sparganium stygium H.	*Sp. natans* L.	Island, Grönland.
Populus Richardsonii H.	*P. tremula* L.	Hammerfest (70° 37′) strauchartig; Alten (70°) baumartig.
Corylus Mac Quarrii Forl.	*C. Avellana* L.	Norwegen 67° 52′ (Rußland u. Finnland 60°).
Populus Zaddachi H.	*P. balsamifera* L.	Tromsö 69° 40′.
Menyanthes arctica H.	*M. trifoliata* L.	Skandinavien 71°, Island.

In zahlreichen andern Arten, von denen wir einige im folgenden zusammenstellen, haben wir Repräsentanten aus Florengebieten der gemäßigten Zone.

Phragmites oeningensis A. Br.[1] *Ph. communis* Br., Schweiz, Deutschland: geht im Norden bis 69° 45′ (Ostfinnmarken), im südlichen Teil von Norwegen bis zu 500 m Höhe.

Alnus Kefersteini H., *A. glutinosa* L., Schweiz, Deutschland; in Norwegen bis zu 63° 47′, ähnlich in Schweden.

Carpinus grandis Ung., *C. Betula* L. Schweiz, Deutschland etc.; in Schweden wildwachsend bis zu 56° 30′.

Fagus Deucalionis Ung., *F. silvatica* L. Im mittleren Gebiet. In Norwegen geht sie als wildwachsender Baum bis zum 59° 30′. Bei Wasa (63°) strauchartig.

Castanea Ungeri H., *Cast. vesca* L. Italien u. s. f., Schweiz südlich der Alpen; nördlich an besonders geschützten Orten, z. B. Gersau. Deutschland (z. B. Heidelberg). In Christiania (angepflanzt) bringt sie in besonders günstigen Jahren Früchte zur Reife.

Liriodendron Procaccinii, *L. tulipifera*. In Gärten, Anlagen angepflanzt: gedeiht bei uns gut.

Endlich treffen wir einige Spezies, deren heute lebende Verwandte ein noch größeres Wärmebedürfnis haben. Wir nennen hier die beiden Fächerpalmen *Flabellaria grönlandica* H. und *Fl. Johnstruppi* H., die beide allerdings in der lebenden Flora keine homologe Arten haben. Und dennoch haben gerade sie für die Klimabestimmung des Tertiär besonderen Wert.

[1] Der erste Name gibt die tertiäre, der zweite die homologe lebende Spezies an.

Die lebenden Palmen zeigen nachfolgende Verbreitung[1]:

1) Calameae: Tropisches Afrika; Vorder- und Hinterindien, Ceylon, Sundainseln, Molukken, Philippinen, Südchina, Nordaustralien, westliches Polynesien.
2) Raphieae: Afrika von 10° n. Br. bis zum 25° s. Br. Monsungebiet von Sumatra und Malakka bis über Neu-Guinea hinaus.
3) Mauritieae: Tropisches Amerika. Östlich der Anden zwischen 16° s. Br. und 12° n. Br. Neu-Granada.
4) Birasseae: Tropisches Afrika, Borneo, Sumatra.
5) Cocoïneae: Amerika zwischen 25° n. Br. und 35° s. Br. (*Cocos nucifera* innerhalb der ganzen Tropen).
6) Arecineae: Madagaskar, Maskarenen, Ostindien und die gesamten Inseln des Monsungebietes, Nord- und Nordostküste von Australien. Neukaledonien etc. Neuseeland. Zentralamerika bis 17° n. Br. Westindien.
7) Hyophorbeae: Guinea, Madagaskar, Maskarenen, Sechellen. Nordamerika bis zum 30° n. Br. Westindien, tropisches Südamerika. Juan Fernandez.
8) Geonomeae: Nordamerika bis 16° n. Br. Westindische Inseln, tropisches Südamerika bis zum Wendekreis.
9) Iriarteae: Zentralamerika bis 15° n. Br. Tropisches Südamerika bis Bolivien.
10) Caryotineae: Vorder- und Hinterindien bis zum 30° n. Br. Ceylon. Sumatra bis Neu-Guinea. Australien: Kap York.
11) Phoeniceae: Südlichstes Europa, Afrika, Sumatra, Java, Vorder- und Hinterindien, Ceylon, Länder des Euphrat und Tigris, Arabien.
12) Sabaleae: Südeuropa, Nordafrika, Asien, Nord- und Ostküste Australiens, Amerika.

Diese Zusammenstellung, die wir DRUDE's trefflicher Arbeit entnehmen, zeigt uns, daß die Heimat aller Palmenfamilien die Tropen sind. Wo sie besonders entwickelt sind, s. B. in Vorder- und Hinterindien, herrscht eine mittlere Jahrestemperatur von 26°—27° und eine durchschnittliche Feuchtigkeit von 78—86%. Nur wenige Arten, so vor allem unsere europäische Zwergpalme (*Chamaerops humilis* L.), gehen etwas weiter über die nördliche Grenze der Zone der Palmen hinaus. Letztere findet die Nordgrenze ihres natürlichen Vorkommens bei Nizza (in Bordighera, etwa 12 Stunden von Nizza, treffen wir noch ein kleines Zwergpalmenwäldchen), d. i. in einer Breite von 43° 41′. Die mittlere Jahrestemperatur von Nizza wird zu 15,6° C. angegeben. Nun überwintern allerdings zwei Palmen (*Chamaerops Fortunei* HOOK. und *Sabal Adansonii* GUERNS.) noch weiter nördlich, indem erstere im botanischen Garten von Kew (London), letztere, eine amerikanische Art aus den Sümpfen von Florida und Carolina, bei Montpellier im Freien aushält. Das Jahresmittel für Kew ist 9,9° C., die mittlere Wintertemperatur 4,4° C., die

[1] O. Drude, Geographische Verbreitung der Palmen. Petermann's Mitteilungen 1878 (p. 183 u. 184).

mittlere Sommertemperatur 16,3° C.; für Montpellier ist das Jahresmittel 15,29° C., die mittlere Wintertemperatur 6,79° C., die mittlere Sommertemperatur 24,16° C. (Es stimmen diese Temperaturverhältnisse Montpelliers annähernd mit jenen Nizzas überein.)

Die Palmen früherer geologischer Perioden hatten zweifellos kein geringeres Wärmebedürfnis als die Palmen der Gegenwart. Die Temperaturen, die jene eine Palme im botanischen Garten von Kew erträgt, können für uns nicht maßgebend sein, da bei besonderer Pflege eine Pflanze häufig ziemlich weit über die nördliche Grenze ihrer natürlichen Verbreitung hinausgeht. Nehmen wir an, es seien die tertiären Palmen aus Grönland in ihrem Wärmebedürfnis der am nördlichsten vorkommenden der lebenden Palmen gleich gewesen, so ergibt sich für die arktische Zone, speziell für Grönland, ein Klima, das demjenigen Nizzas entspricht.

Wenden wir uns zum Schluß der Frage zu: Stehen die gewonnenen botanischen Thatsachen mit der Entwickelungstheorie im Einklang?[1] Die Wahrheit der Entwickelungstheorie vorausgesetzt, muß uns die Phytopaläontologie eine allmähliche Entwickelung niederster, einfachster pflanzlicher Organismen zu höheren, vollkommneren zeigen.

Die Gesichtspunkte, unter denen wir die Organisationsstufe einer Pflanze beurteilen, sind im großen Ganzen dieselben, die der Zoolog auch anwendet. Obliegt die Gesamtheit der Leistungen, welche das Leben des Organismus, seine individuelle Erhaltung und die der Art bedingen, einem wenig differenzierten Körper, haben die verschiedenen Leistungen, die den Inbegriff des Lebens ausmachen, noch nicht der Ausbildung spezieller Organe gerufen oder wird doch diese Arbeitsteilung nur in ihren ersten Anfängen beobachtet, so ist der betreffende Organismus zweifellos, sei er Pflanze oder Tier, niederer Organisation. Mit Zunahme der Differenzierung des Baues, also mit vermehrter Arbeitsteilung steigert sich die Komplikation des Organismus und wir werden jenen als den höchst organisierten zu erklären haben, dessen Organe am genauesten auf je eine bestimmte Leistung konzentriert sind.

Hält es nun auch nicht schwer, im allgemeinen zu beurteilen, ob eine Pflanze eine hoch oder nieder organisierte sei, so können wir doch Schwierigkeiten verschiedenster Art bei der Beurteilung der organisatorischen Stellung eng umgrenzter Gruppen begegnen, Schwierigkeiten, die zum Teil heute noch unlöslich sind und die wohl noch lange nicht zu entziffernde Rätsel bleiben werden. Selbst eine flüchtige Skizzierung des Stammbaums der Pflanzen muß also noch auf hypothesenreichem Fundamente ruhen. Daß einzellige Pflanzen oder solche, deren Pflanzenkörper nicht die anatomische Gliederung in Wurzel, Achse und Blatt zeigen, die Thallusgewächse, eine niedrigere Organisationsstufe einnehmen als die gegliederten Pflanzen, ist klar. Diese Gliederung ist ja eben der Ausdruck höherer Differenzierung. Ebenso können wir im allgemeinen über die Stellung der Phanerogamen nicht im Zweifel sein. Drückt doch wieder die oft hochgradige Differenzierung der der Art-

---

[1] Vergl. Dr. Robert Keller, Oswald Heer's Stellung zur Entwickelungstheorie, Kosmos, Bd. XIII. 1883, p. 610—624.

erhaltung dienenden Organe die höhere Organisation aus. Ziehen wir engere Gruppen in den Kreis unserer Betrachtungen, so häufen sich die Schwierigkeiten rasch. Zeigt uns auch die systematische Übersicht in jedem Schulbuch die Monokotyledonen in inferiorer Stellung zu den Dikotyledonen, so dürfte doch für viele, die dieses gegenseitige Verhältnis als ein ganz selbstverständliches hinzunehmen gewohnt sind, eine bedenkliche Situation erwachsen, wenn sie die Gründe für diese gebräuchliche Annahme anführen sollten. Denn niemand wird ja ernstlich behaupten wollen, daß das Vorhandensein nur eines Samenlappens wirklich als ein Zeichen niedrigerer Organisation zu gelten habe. Kämen wir doch sonst zu dem Absurdum, eine Reihe von Koniferen, deren Keimpflänzchen zahlreiche Kotyledonen besitzen, als die höchstorganisierten Pflanzen erklären zu müssen und andere wieder oft innerhalb der gleichen Familie als tieferstehend, da ihr Keimling nur wenige oder zwei Keimblätter trägt. — Weist nun wirklich der Bau namentlich jener der Arterhaltung dienenden Teile aller Monokotyledonen auf eine niedrigere Stellung hin, als wie sie allen Dikotyledonen zukommt? Vergleichen wir z. B. den künstlichen Bau einer Orchideenblüte, die auch dem Laien bald durch ihre Farbenpracht oder durch ihre seltsamen Formen Bewunderung abgewinnt, die uns der Forscher in Farbe und Form als hochgradigste Anpassung an Bestäubung durch Insekten enträtselt hat, mit den einfachen Blüten einer Brennnessel, einer Weide u. s. f., welches der beiden Vergleichsobjekte werden wir wohl als höher organisiert erklären? Da die Orchidee in ihren Reproduktionsorganen zweifellos einen ungleich höheren Grad der Vollendung zeigt, so stehen wir nicht an, sie einer höheren Organisationsstufe zuzuweisen als Nesseln und Weiden. Das umgekehrte ist auch zu beobachten. Wie zahlreiche Dikotyledonen zeigen nicht einen komplizierteren Bau als viele Monokotyledonen, Helobieen, Plumaceen u. s. f.! Solche Beobachtungen scheinen uns durchaus nicht dazu angethan, die Monokotyledonen kurzweg als Inferiores der Dikotyledonen zu erklären. Uns erscheinen sie vielmehr gleichwertig, koordiniert, zwei Achsensysteme, die aus einem Stamm hervorgehen und, mit niedriger organisierten Formen beginnend, in zwei divergierenden Linien zu höheren und höchst organisierten Formen sich entwickeln.

Welches aber ist der Stamm, der diese gleichwertigen Systeme abgehen ließ? Der Versuch zur Lösung dieser Frage drängt uns jene andere auf: Welches ist die organisatorische Stellung der Gymnospermen? Kann denn das Freiliegen der Samenknospe so hoch angeschlagen werden, daß sich daraus eine Unterordnung dieser Pflanzen unter die Angiospermen rechtfertigen ließe? Wir halten dafür, daß dem so sein muß. Denn gerade in diesem Bau der Reproduktionsorgane zeigt sich eine bedeutend geringere Differenzierung einer bestimmten Organgruppe. Schwieriger wird es nun wieder, die gegenseitigen Beziehungen der 3 Hauptgruppen, der Cykadeen, Koniferen und Gnetaceen und ihr Verhältnis zu anderen Pflanzengruppen zu bestimmen. Von wo aus sind sie entsprungen? Welche Formen leiten zu den Angiospermen hinüber? Da stehen wir vor ungelösten und zur Stunde noch nicht zu lösenden Fragen. Selbst eine

kurze Skizzierung des Standpunktes, den verschiedene Forscher einnehmen, würde uns zu weit führen. Uns scheint es wahrscheinlich, daß die Gymnospermen zwei besondere Zweige des Stammbaums der Pflanzen darstellen. Während die Cykadeen zwar ihren Reproduktionsorganen nach zweifellos zu den Phanerogamen zu stellen sind, gleichen sie doch in vielen Beziehungen den Farnen, so daß sie wohl als Abkömmlinge der Farne aufzufassen sind. Die Analogie, welche viele Autoren zwischen Cykadeen und Palmen sehen wollen, scheint uns allzusehr bloß auf dem Habitus zu beruhen, als daß sie bei der Beurteilung der Organisationsstufe in Anschlag gebracht werden könnte. Wir glauben in ihnen nicht ein Bindeglied zwischen den Kryptogamen (Farnen) und Angiospermen (Monokotyledonen) zu sehen, vielmehr einen besonderen Zweig des Pflanzenstammbaumes. Die Koniferen fassen wir als Deszendenten der Lycopodineae auf. Die Gnetaceen hinwieder dürften einen Seitenzweig dieses Stammes vorstellen, der dann zu den Angiospermen hinüberführte und zwar zu nähern Verwandten der Casuarineae. Es sind das allerdings hypothetische Ansichten, die wohl vorderhand nicht durch spezielle Thatsachen aus der Phylogenesis zu erweisen sind.

Und steht nun die historische Entwickelung, wie wir sie durch mehrere geologische Epochen hindurch an der arktischen Flora verfolgen können, mit diesem kurz skizzierten Stammbaum des Pflanzenreiches im Einklang? Die Resultate sind in der That nicht derart, daß sie uns handgreifliche Beweise für die allmähliche Umbildung der Arten böten, die ähnlich demonstrativ wären wie z. B. die Stammesentwickelung des Pferdetypus. Es mag das, wir müssen es wiederholen, so oft es auch von anderer Seite bestritten werden mag, vornehmlich darin seinen Grund haben, daß die Urkunde des Pflanzenlebens früherer Äonen, wie sie uns in pflanzlichen Fossilien erhalten ist, äußerst fragmentarisch ist. Heer selbst weist allerdings solche Bedenken des entschiedensten zurück, wenn er sagt: »Die Anhänger der gleichmäßig und ununterbrochen fortgehenden Transmutation machen sich freilich die Sache sehr bequem, indem in allen solchen Fällen die menschliche Unwissenheit zu Hilfe gerufen wird[1].«

Wir möchten ihm mit den Worten eines Forschers entgegentreten, der auf dem gleichen Gebiete Ruhm geerntet, das Heer mit so großem Erfolg bebaut hat. Schenk äußert sich[2]: »Allerdings ist das Material, welches für die Beurteilung der untergegangenen Vegetationen selbst und ihres genetischen Zusammenhangs mit der lebenden Vegetation vorliegt, noch außerordentlich lückenhaft, da dasselbe meist durch zufällige Ergebnisse geognostischer Untersuchungen gewonnen ist und in den meisten Fällen eine sorgfältige und erschöpfende Ausbeutung pflanzenführender Schichten nicht stattgefunden hat, ganz abgesehen von der Thatsache, daß die bis jetzt bekannten pflanzenführenden Schichten und Lokalitäten verschwindend klein gegenüber der Ausdehnung der einzelnen Formationen sind. Die Erhaltung der Pflanzenreste selbst ist beinahe in allen Fällen

[1] Vergl. O. Heer, Kreideflora der arktischen Zone (p. 26).
[2] Schenk, Beiträge zur Naturgeschichte der Vorwelt. Palaeontographica. Bd. XIX.

eine höchst unvollständige. Der Zusammenhang der einzelnen Teile ist äußerst selten erhalten, gerade die für die Charakteristik der als Familien, Gattungen und Arten zusammengefaßten Individuenkomplexe wichtigen Teile sind sehr selten erhalten, und sind sie es, so ist ihr Erhaltungszustand häufig von der Art, daß ein Schluß auf die verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Formen mit Sicherheit nicht immer zu ziehen ist. Nicht weniger mißlich verhält es sich mit der Zahl der aus den einzelnen Perioden erhaltenen Formen. Strukturverhältnisse, Art des Untergangs, Beschaffenheit der einschließenden Schichten, die Wirkung der äußeren Einflüsse vor, während und nach dem Einschluß, das Entwickelungsstadium, in welchem sich die Vegetation zur Zeit des Einschlusses befand, alle diese Verhältnisse mußten sich sehr günstig gestalten, wenn ein größerer Teil der Vegetation und die für die Charakteristik wichtigeren Teile erhalten werden sollten. Waren die Verhältnisse ungünstig, so ging die Vegetation unter, ohne eine Spur ihres Daseins zurückzulassen oder nur solche Spuren, welche ihr einstiges Dasein zwar erraten, aber über ihre Zusammensetzung gar keinen oder nur höchst ungenügenden Aufschluß geben u. s. f.« Dem gegenüber möchte man uns vielleicht entgegenhalten, daß gerade die arktische Flora in einer solchen Fülle vorhanden sei, daß man wenigstens für sie nicht von einer Unvollständigkeit der geologischen Urkunde reden könne. Aus der obern Kreide Grönlands sind, wie früher schon angegeben wurde, 261 Spezies, aus dem Tertiär 282 bekannt geworden. Diesen stehen (nördlich vom 67^{0}) 261 lebende Spezies gegenüber. Für uns liegt gerade in diesen Zahlen der sicherste Beweis für die große Wahrheit jener Darlegung Schenk's, ein unzweideutiges Zeugnis für die Lückenhaftigkeit der geologischen Urkunde. Daß der heute vereiste Norden nicht mehr Arten nährt, ist uns verständlich. Doch wer möchte denn glauben, daß jene 282 Arten aus der Tertiärzeit die Gesamtflora oder auch nur der vorherrschende Teil der Flora eines Landes gewesen sei, welches das milde Klima Nizzas haben mußte, daß jene 261 Spezies der obern Kreide die Mehrzahl der Pflanzen repräsentierten, die den grönländischen Boden kleideten zu einer Zeit, da auch der hohe Norden sich eines subtropischen Klimas erfreute? Wir finden, daß, wenn z. B. der heutigen Schweizerflora (die Kryptogamen ausgeschlossen) 674 Genera mit rund 2550 Spezies zukommen, wenn kleinere Gebiete, wie z. B. der Kt. Zürich, etwa 1400 Spezies aufweisen, unter jenen klimatischen Verhältnissen, die zumeist einer noch üppigeren Vegetation rufen, als unser gemäßigtes Klima nördlich der Alpen, kaum eine geringere Artenzahl vegetierte. So repräsentieren wohl jene sämtlichen uns bekannten Arten aus der obern Kreidezeit und dem Tertiär der arktischen Zone kaum ein Zehntel der Gesamtflora.

Doch selbst die der Erhaltung ungünstigen Verhältnisse vermochten wenigstens die Grundzüge der Entwickelung des Pflanzenreiches nicht zu verwischen. In der ältesten arktischen Flora, jener der untern Steinkohlenzeit, sind es die Gefäßkryptogamen, welche das Pflanzenkleid bildeten, Angehörige der Kalamiten, Filices und Selagines. Schon im Mittelkarbon, wie es in der Steinkohlenflora des Robertsthales repräsentiert ist, zeigt sich eine Änderung, indem neben den vorgenannten

Kryptogamen auch die Phanerogamen durch die Familien der Noeggerathieae und Abietineae vertreten sind. Ein Drittel der gesamten bekannt gewordenen damaligen arktischen Flora, es sind freilich nur 26 Spezies, wird durch Phanerogamen und zwar die niederst organisierten, die Gymnospermen gebildet. Das Auftreten der Koniferen fällt mit dem Zurücktreten der Selagineen zusammen. Denn während diese im Unterkarbon 61 % der Flora ausmachen, werden im Mittelkarbon nur noch 23 % der Gesamtflora von Lycopodiaceae gebildet. Vielleicht daß wir den Grund darin zu suchen haben, daß diese in einer dem Lepidodendrontypus ähnlichen Form zur Ausgangsform der Koniferen wurden, daß die Noeggerathieen Typen darstellen, die den unbekannten Ahnen der Koniferen, welche eine verbindende Brücke zu den Gefäßkryptogamen herstellten, glichen. Wir wollen dem geneigten Leser nicht verschweigen, daß wir uns auf dem verlockenden Feld der Hypothese bewegten. Das, was man von den Noeggerathieen kennt, reicht lange nicht hin, um mit absoluter Sicherheit ihre systematische Stellung zu bestimmen. Denn sonst würden ja nicht die einen Autoren, indem sie auf den Bau der Blätter sich berufen, sie den Monokotyledonen zuzählen, die andern, auf den Bau des Stammes sich stützend, in ihnen zweifellose Gymnospermen sehen. Wir selbst glauben, daß wie im Tierreich so auch im Pflanzenreich Kollektivtypen bestehen können und daß eben diese Noeggerathieen einen solchen Sammeltypus repräsentieren dürften. Heer hält sie »für eine eigentümliche, der Steinkohlenzeit angehörende Familie, welche zur Ordnung der Koniferen gehört«, und erklärt sie für eine Übergangsform zu den Cykadeen, die unserem Dafürhalten nach eher als Deszendenten der Farne zu gelten haben. Das Bindeglied zwischen den Gefäßkryptogamen und den Koniferen ist also thatsächlich unbekannt.

Wir werden zu einem Riesenschritte gezwungen, indem uns, wie wir früher sagten, weder aus Dyas noch Trias Pflanzenfossilien bekannt sind. Daß in diesem unermeßlichen Zeitraum[1] vom Karbon zum Jura auch die Entwickelung der Pflanzenwelt ein gutes Stück fortgeschritten ist, kann uns daher kaum überraschen. In zahlreichen Arten erscheinen neben den Koniferen auch die Cykadeen als Repräsentanten der Gymnospermen. Aber auch die Angiospermen sind, freilich nur in einer Art, vertreten. Es ist dies eine Angehörige der niedrig organisierten Mikranthae, eine Spezies aus der Familie der Gramineae. Und zu einer Zeit, da die Monokotyledonen noch zu keiner großen Entfaltung gelangt sind, im Urgon (Komeschichten) tritt auch schon die erste dikotyle Art in der einfachen Form einer Amentacee (*Populus primaeva* H.)

[1] Die mittlere Mächtigkeit von Dyas und Trias dürfen wir bescheiden gerechnet zu 2000 m veranschlagen (vergl. z. B. Geologie von Credner). Der Nilschlamm soll in einem Jahrhundert 0,1 m zunehmen, in einem Jahrtausend also 1 m. Die gleiche sedimentbildende Thätigkeit für frühere Äonen angenommen, würden also von der Steinkohlenzeit bis zum Jura 2 Millionen Jahre verflossen sein. Selbst wenn wir eine 10-fach stärkere Sedimentbildung annehmen wollen, bleiben noch 2000 Jahrhunderte, ein Zeitraum, der auch bei langsamer, allmählicher Umwandlung der Formen hinreicht, um uns den beobachteten Fortschritt in der Pflanzenwelt verständlich zu machen.

auf. Daß nur eine Spezies aus der untern Kreide bekannt ist und daß hernach in der oberen, wie unsere früheren Zusammenstellungen zeigen, die Dikotyledonen bereits in reicher Gliederung sich fanden, ist nach Heer der sicherste Beweis gegen die allmähliche Entwickelung der Arten und zugleich die Stütze seiner Lehre von der Umprägung der Typen in bestimmten Schöpfungszeiten.

Wie allen, die sich mit dem Gegenstand befaßt, so ist es auch uns verborgen, wie die älteste dikotyle Pflanze geworden ist, von welcher Form aus sie entstand, ja wir sind nicht einmal im stande, eine Vermutung über ihre Abstammung auszusprechen, die an den Thatsachen einen Halt hätte. Doch bevor wir an eine Schöpfungszeit glauben, deren Kraft zur Erschaffung ganz neuer Typen zu der Zeit, da die Komeschichten sich bildeten, sich auf eine Art beschränkt, suchen wir das Vorkommen der *Populus primaeva* H. auf Erscheinungen zurückzuführen, die in kontrollierbaren Thatsachen ihre Analoga haben.

War die Cirkumpolargegend im eigentlichsten Sinne des Wortes zur Jura- und Kreidezeit Festland, dann kleidete dasselbe sicherlich auch eine Pflanzenwelt, die in vielen Beziehungen mit der südlicheren Grönlands übereinstimmte und doch wieder ihre Eigentümlichkeiten besaß. Dieses Polarland dürfte also die Wiege vieler Pflanzen sein, die uns aus Grönland bekannt sind. So stellen wir uns vor, daß jenes Land auch der Entstehungsherd der ersten dikotylen Pflanzen war, daß im höchsten Norden schon in früheren Zeiträumen bereits ein Teil der dikotyledonen Pflanzen lebte, die wir in der oberen Kreide Grönlands treffen. Trennte ein mehr oder minder breiter Meeresarm die beiden Lande, so mußte die allmähliche Ausbreitung vom Zentrum der Entstehung aus an den Gestaden des Meeres einem nicht zu überwindenden Hemmnis begegnen. Als später durch Hebung des Landes das trennende Meer zurücktrat und zwischen jenem nördlichen Land und Grönland die Verbindung hergestellt wurde, drang die Flora des Cirkumpolarlandes nach Süden vor, um sich des neu gewonnenen Terrains zu bemächtigen, und unter den dikotylen Pflanzen wird jene Art zuerst in die südlicheren Distrikte gelangt sein, welche durch die Niederungen, auch wenn sie morastig waren, vordringen konnte und welche zugleich in ihrer alten Heimat die verbreitetste war. Der Umstand, daß man nur so spärliche Überreste jener ältesten Pappel in Grönland gefunden hat, scheint uns dafür zu sprechen, daß wir in ihnen das Denkmal einer kleinen Individuengesellschaft haben, die unter besonders günstigen Verhältnissen weit nach Süden vordrang. Nachdem einmal das verbindende Land bedeutenderen Umfang gewonnen, rückten auch andere bereits früher gewordene Dikotyledonen aus ihrer engen Heimat nach Süden vor und begannen auch wohl in den neuen Verhältnissen nach der oder jener Richtung hin zu variieren.

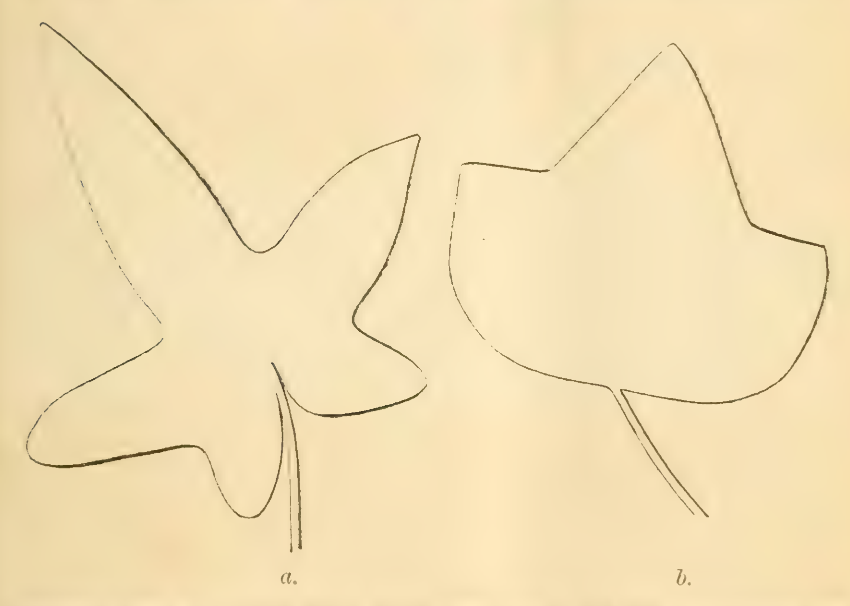
Der positive Beweis für diese Ansicht, der Beleg durch Pflanzenfossilien, ist für diese Anschauung gerade so groß wie für die Umprägungstheorie: er ist nicht erbracht. So wird es also gewissermaßen Geschmackssache sein, ob man diese oder jene Anschauung acceptiert. Unsere Ansicht scheint uns vielen Anschauungen der neuern Pflanzengeographie adäquat zu sein, während wir keine Erscheinung zu nennen

wüßten, die für zeitlich zu umschreibende, also nicht kontinuierliche Schöpfungsperioden und für eine Umprägung der Typen spräche.

Das successive Auftreten der größeren Pflanzengruppen spricht also für die Entwickelung des Pflanzenreichs.

Schwieriger wird die Beantwortung der Frage: Läßt sich an den Fossilien auch der allmähliche Übergang einer Spezies in neue nachweisen? Die befriedigende Beantwortung setzt eine detaillierte Darlegung dessen voraus, was die fossilen Überreste über den Bau der einzelnen Spezies verraten. Wir müssen uns daher des Raumes wegen auf ein Beispiel beschränken.

Bei der Charakterisierung fossiler Spezies sind wir gar häufig auf Merkmale angewiesen, denen wir wohl als Speziescharakter lebender



a. *b.*

Pflanzen einen so hohen Wert nicht zuerkennen, auf die allgemeine Form des Blattes, auf die Form des Blattrandes und vor allem auf die Nervatur. Was die Form des Blattes betrifft, so weiß jeder, der mit offenem Auge die Pflanzen anzusehen gewohnt ist, daß bisweilen an ein und demselben Exemplar sehr bedeutende Differenzen sich finden, so weitgehende Unterschiede, daß wir, wenn uns nur die losen Blätter vorlägen, sie oft auf verschiedene Spezies zurückführen würden. Als besonders frappantes Beispiel erwähnen wir *Hedera Helix* (vergl. Zeichnung). Daß auch der Blattrand der Blätter ein und desselben Individuums innerhalb weiter Grenzen variieren kann, ist ebenfalls bekannt (*Ilex aquifolium* L.). Auch die Nervatur weicht, wenn sie auch im großen und ganzen bei einer Spezies konstant erscheint, doch bisweilen in solchem Grade ab, daß wir, lägen Fossilien vor, mindestens »Formen« oder Subspezies auf deren Verschiedenheit gründen würden. Den fünf Lappen unseres Epheublattes *a*

entsprechend sehen wir unmittelbar am Blattgrund vom Mediannerv 4 Sekundärnerven abgehen, die in gerader Richtung nach den Spitzen der Lappen verlaufen. Die unteren Sekundärnerven bilden mit dem Mittelnerv einen Winkel von 155°, die oberen von 70°. Bei der zweiten Form (*b*) dagegen bilden die entsprechenden Nerven Winkel von 90° und 50°. Auch ist in dieser Form das untere Sekundärnervenpaar der Blattbasis entsprechend schwach gebogen. Man muß sich also mit dem Gedanken vertraut machen, daß in den Fällen, wo einzig das Blatt zur Bestimmung der Spezies dient, leicht Irrtümer mit unterlaufen, derart, daß der Speziesbegriff viel zu eng gezogen wird.

Zur speziellen Erörterung des allmählichen Übergangs von Spezies zu Spezies wählen wir den ältesten dikotylen Pflanzentypus, *Populus*.

Das Blatt der *P. primaeva* H. ist elliptisch, ganzrandig, gegen die Basis verschmälert, am Stiel etwas herablaufend. Nahe an der Basis entspringen zwei Sekundärnerven, welche dem Blattrand parallel gehen.

P. Berggreni Hr. schließt sich an vorige unmittelbar an. Das Blatt ist eiförmig, ganzrandig, gegen die Basis verschmälert, an dem Stiel herablaufend. Die untersten Sekundärnerven entspringen im allgemeinen etwas näher am Blattgrund.

An diese dürfte sich wieder *P. mutabilis*, eine in vielen Formen bekannte Pappel anschließen. Die Spreite ist in den einen Formen fast kreisrund, in anderen länglich-oval bis lanzettlich, in andern elliptisch. Ähnlicher Vielgestaltigkeit begegnen wir in der Form des Blattrandes. Während er in den einen Formen tiefsägezähnig erscheint, ist er in andern ganzrandig, bei dritten am Grunde ganzrandig und nach vorn sägezähnig, wieder bei andern buchtig gezackt, wellenförmig. Darin aber, daß die Nervatur mit der der beiden vorigen älteren Spezies ziemlich genau übereinstimmt, daß ferner die Spreite etwas am Stiel herabläuft, scheint sich uns der genetische Zusammenhang anzudeuten.

In der lebenden Flora gleicht *P. euphratica* der vorigen in dem Grade, daß auch Heer einen genetischen Zusammenhang mit ihr annimmt.

P. hyperborea, die wie *P. Berggreni* Hr. in Atanakerdluk gefunden wurde, fassen wir als eine etwas differenzierte Form von *P. primaeva* auf. In bezug auf die Form der Spreite gleicht sie *P. Berggreni*. Die Nervatur betreffend stimmt sie ebenfalls mit dieser gleichalterigen Form und mit dem Erstling *P. primaeva* überein. In der Form der Blattbasis zeigt sich eine Abweichung. Die Spreite ist nicht herablaufend, sondern fast zugerundet. Ihr schließt sich *P. Gaudini* F. O. an, die der gleichalterigen *P. mutabilis* ähnelt, jedoch stets ganzrandige oder doch nur schwachwellige, zugespitzte, an der Basis abgerundete Blätter besitzt.

P. stygia H. zeigt die in *P. hyperborea* angedeutete Differenzierung ausgesprochener, indem die Basis des Blattes herzförmig ausgerandet ist.

Im folgenden Schema dürfte somit der genetische Zusammenhang jener arktischen Pappelspezies, die den Typus der Lederpappeln repräsentieren, zum Ausdruck kommen.

Quartär (Asien) *Pop. euphratica.*

Tertiär *Pop. mutabilis.* *P. Gaudini.*

Obere Kreide *Pop. Berggreni.* *P. hyperborea.* *P. stygia.*

Untere Kreide *Populus primaeva.*

P. denticulata stammt aus den Patootschichten, also aus der obern Kreide, ist jedoch jünger als die *P. hyperborea* aus der Ataneschicht. Die Sekundärnerven sind bei ihr etwas stärker als bei *P. hyperborea* und geben in ihrem Verlauf zum Blattrand zu einer zarten Bezahnung desselben Veranlassung.

P. Zaddachi Hr. unterscheidet sich von *P. denticulata* durch die etwas stärkere Bezahnung.

Die gleichalterige *P. Richardsoni* zeichnet sich durch bedeutend stärkere Bezahnung aus.

P. Zaddachi Hr. ähnelt in hohem Grade der *P. balsamoides* Göpp., ist also ein arktischer Repräsentant des Typus der Balsampappeln, *P. Richardsoni* des Typus der Zitterpappeln. Der genetische Zusammenhang der verschiedenen Typen von *Populus* dürfte sich daher etwa folgendermaßen gestalten:

Quartär *P. balsamifera.*

Tertiär *P. balsamoides* (nicht arktisch nachgewiesen).
P. Richardsoni. *P. Zaddachi.*

Obere Kreide
Patootsch. *P. denticulata.*
Atanesch. *P. hyperborea.*

Untere Kreide *Pop. primaeva.*

Wie für *P. euphratica* und *P. balsamifera*, so ließe sich, zöge man die sämtlichen bekannten Fossilien von Pappeln zur Untersuchung heran,

auch der genetische Zusammenhang der Zitterpappelarten der Gegenwart und der Silberpappeln konstruieren, ohne daß wir den Thatsachen Gewalt anthun müßten. Und von ähnlichem Erfolg wäre sicherlich die sorgfältige Vergleichung der Spezies anderer Pflanzentypen begleitet. Uns will es in der That scheinen, als sei der allmähliche Übergang von Art zu Art in einzelnen Fällen so deutlich nachzuweisen, als es nur wünschbar sein kann. Nicht daß wir damit unser Wissen überheben wollten! Wenn wir an die zahllosen fossilen und lebenden Spezies denken, dann müssen wir ja sagen: Mühevolle Arbeit zahlreicher Forscher hat uns kaum über die ersten Anfänge einer »natürlichen Schöpfungsgeschichte« des Pflanzenreiches hinausgebracht. Und doch möchten wir wieder fast geneigt sein, weiter zu sagen: Würde das vorhandene Material einmal einer genauern Verarbeitung durch Vergleichung unterzogen, wir würden einen solchen Schritt vorwärts kommen in der Erkenntnis der allmählichen Umwandlung der Arten, des genetischen Zusammenhangs fossiler Spezies unter sich und mit lebenden, daß auch die größten Zweifler verstummen müßten.

Der kühne Bezwinger eines Berggipfels, der einen herrlichen Ausblick verspricht, läßt sich durch das Nebelmeer, das ihm Berg und Thal verhüllt, und durch die wenigen Gipfel, die, im weiten Umkreis inselartig sich erhebend, nur ahnen lassen, was alles zu schauen ist, nicht entmutigen. Er wagt ein zweites, ein drittes Mal sein kühnes Unterfangen in der vollen Zuversicht, daß ihm einmal vergönnt sein würde, die erhabene Pracht zu bewundern. Soll die Forschung, der doch ein ungleich schöneres, erhabeneres Ziel winkt, deshalb erschlaffen, weil sie auf dem mühevollen Pfad zur Erkenntnis der Wahrheit nicht im ersten Anlauf zu erreichen vermochte, was sie als sichern Erfolg geträumt hat? Mögen wir auch noch so oft irren, ein Körnchen neuer Erkenntnis findet doch jede ernste Forschung. Und dies Körnchen soll der Stimulus sein, der uns neue Kraft und neuen Mut verleiht zum Forschen nach der Wahrheit.

Neue Hummelnester von den Hochalpen.

Von

Professor Dr. **Eduard Hoffer** (Graz).

Schon vor Jahren hatte ich es mir zur Aufgabe gestellt, die Bauten unserer Alpenhummeln zum Gegenstande meiner speziellen Studien zu machen. Im vorigen Jahre war es mir vergönnt, über die Bauten des *Bombus mastrucatus* Gerst., *soroënsis* Fab. u. a. genaueres berichten zu können (s. Kosmos 1884, I. S. 114), diesmal werde ich mir erlauben, bei der Beschreibung der das erstemal entdeckten Nester des *B. alticola* Kriechb. und *B. mendax* Gerst. auf die ungeheuren Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, die sich dem Erforscher der unterirdisch nistenden Alpenhummeln entgegensetzen; und auf den höchsten Alpen dürften so ziemlich alle Hummelarten unterirdisch nisten, da in gewissen Höhen auch solche Spezies, die in der Ebene am liebsten oberflächlich ihre zierlichen Nester anlegen, in ziemlich bedeutender Tiefe unter der Erde sich ansiedeln, um gegen die Gewalt der rauhen Stürme gesichert zu sein; z. B. *Bombus variabilis*, *B. agrorum* etc. Zugleich will ich aber auch einige andere biologische Beobachtungen, die sich daraus ergeben, berühren.

Bombus alticola Kriechb. ist eine schöne große buntgefärbte Hummel, die als charakteristisches Hochgebirgstier angesehen werden muß, obgleich sich einzelne Exemplare hin und wieder auch in die Ebene verfliegen; so wurde 1 ♀ von mir auf dem Rosenberg bei Graz (466 m) und andere angeblich sogar in Toscana von Mann und bei Genua von Gribodo gesammelt. Doch das sind nur Ausnahmen. *B. alticola* macht seinem Namen entschieden Ehre, denn nur in sehr bedeutenden Höhen ist er als Standtier anzutreffen. Ich will nur ein paar Beispiele als Beleg anführen. Graz liegt 346 m über dem adriatischen Meere und hat keine *alticola*, der Geierkogel 950 m und der Schöckel 1437 m hoch ebenfalls nicht; der Hochlantsch 1732 m, die Gleinalpe 1983 m und die Koralpe 2136 m hoch aber in Menge, jedoch erst von einer gewissen Höhe an; man kann als niedrigste Grenze etwa 1500 m annehmen. Darüber hinauf ist diese kräftige Hummel allgemein zu finden, sie geht aber auf denjenigen Bergen, deren luftige Höhen sie bewohnt, auch in bedeutendere Tiefen hinunter, bis 1000 m und noch tiefer.

Das erste Nest dieser Spezies wurde von meinem Sohne Eduard auf dem Wege zum Speikkogel der Gleinalpe entdeckt. Gerade

der Aufstieg zur Gleinalpe ist sehr instruktiv für die Erkenntnis der Höhen-Verbreitung dieser Hummel. Man fährt gewöhnlich von Graz (346 m) bis zur 5. Station der Südbahn: Peggau (385 m); in der ganzen Umgebung dieses Ortes, wie mir wiederholte Ausflüge bewiesen, findet sich keine *alticola*; von dort schlägt man die Richtung westlich gegen Übelbach ein (schon 590 m hoch), findet aber auch hier und auf allen umliegenden Höhen keine *alticola*, sodann sanft ansteigend zum Hojer (890 m): ebenfalls noch keine *alticola*, dann immerfort längs des Übelbachgrabens bis in eine Höhe von 900 m, wo auch noch keine *alticola* zu sehen sind; nun geht es aber sehr steil aufwärts und in einer Höhe von circa 1050 m bemerkten wir die ersten Arbeiter; sobald wir jedoch eine Höhe von circa 1100 m erstiegen hatten, waren auf allen Pflanzen, insbesondere auf *Campanula Scheuchzeri* Alb., *Calamintha alpina* Lam. und *Phyteuma hemisphaericum* L. eine Menge Arbeiter, und von da bis zur Höhe (1983 m) konnte man sie in Massen fangen. Als wir uns nun dem Alpenwirtshause (1589 m) näherten, sah Eduard plötzlich eine Hummel neben einem Gebüsch unweit der Strasse einfallen und kurz darauf noch eine zweite. Schnell untersuchten wir die Stelle und fanden zu unserer größten Freude, daß das erste Nest dieser Hochgebirgshummel entdeckt sei. Die Tierchen flogen außerordentlich stark ein und aus, so daß wenigstens alle 3 bis 4 Sekunden eines zum Vorschein kam. Freilich war es gerade die beste Zeit, die man sich denken kann, nämlich die schöne, sonnige Mittagsstunde eines Tages, an dem es in der Frühe und vormittags etwas verdächtig ausgesehen und sogar ein bischen getröpfelt hatte; obendrein zählten wir den 9. August. Ich fing mir vor allem einige ☿ für die Sammlung; sodann markierten wir die Stelle, um sie nachmittags gleich wieder zu finden, denn nichts ist bekanntlich schwerer, als einen bestimmten Punkt in einer waldigen, mit Steinen, von denen der eine so aussieht wie der andere, besäten Gebirgsgegend schnell und sicher wieder zu finden. Darauf gingen wir frohen Mutes gegen das Alpenwirtshaus. Plötzlich schwirrte eine mittelgroße Hummel mit außerordentlicher Schnelligkeit gegen uns heran, machte aber, als sie uns gewahr wurde, augenblicklich eine gewandte Bewegung gegen den Wald, um ja ihr Nest nicht zu verraten. Mir aber war gerade das der Beweis dafür, daß dasselbe in nächster Nähe sein müsse. Deshalb trat ich schnell mit Eduard unter ein Gebüsch, von wo aus wir die Gegend ganz genau beobachten konnten. Wir brauchten nicht lange zu warten, denn eine halbe Minute später kam eine kleinere (ein ☿) denselben Weg wie die frühere herbeigeschwirrt und flog geradenwegs in ein Loch in unserer nächsten Nähe, und ein bischen später kam jenes junge Weibchen, das mir früher aufgefallen war, wieder hergeflogen, beschrieb in der Luft einige Kreise, und da es die Gegend für sicher hielt, stürzte es flugs in das gleiche Loch, in welchem auch der Arbeiter verschwunden war. Nun war die Freude noch größer, wir hatten nach unserer Meinung ein zweites Nest von *B. alticola* gefunden. Später stellte es sich freilich zu unserer angenehmsten Überraschung heraus, daß wir wieder von einer neuen Art, nämlich *B. mendax* Gerst., die unterirdische Wohnung entdeckt hatten. So geht es eben mit dem Finden dieser versteckten Hummelbauten.

In einigen Minuten hatten wir zwei Nester der interessantesten Arten entdeckt, während wir die nächsten Tage nicht ein einziges mehr aufstöbern konnten, selbst das der gemeinsten Formen, *terrestris* oder *agrorum* nicht.

Nachdem wir uns im Alpenwirtshause, bei dessen Besichtigung selbst Lenau wegen der wirklich auffallenden Reinlichkeit und Nettigkeit des Hauses und seiner lieblichen Bewohnerinnen von seiner Ansicht über den Schmutz der Almhütten und der Almerinnen zu einer für die letzteren günstigeren bekehrt worden wäre, ordentlich restauriert hatten, gingen wir auf Insektenfang und Blumensuche und dann begannen wir das vormittags entdeckte *Alticola*-Nest auszugraben. Das war aber eine schwierige Arbeit, denn dasselbe war irgendwo unter einer gewaltigen Schieferplatte, die mindestens 4 m lang und $2^1/_2$—3 m breit war und noch obendrein an der Stelle, wo sich das Flugloch befand, nämlich gegen den Gipfel des Berges gesehen rechts unten, eine Dicke von wenigstens 30 cm besaß. Zuerst untersuchten wir die ganze Umgebung, stellten die Dimensionen der Platte fest und überzeugten uns dabei zu unserem Leidwesen, daß von einem Aufheben derselben keine Rede sein könne, denn abgesehen von deren Gewicht, war der ganze obere Rand wenigstens $1^1/_2$ m weit mit anderen Platten und Erde bedeckt, auf der üppiges Gebüsch wuchs. Wir mußten also unter die Platte hinein bis zum Neste graben, es gab keine andere Möglichkeit, sich desselben zu bemächtigen! Ich schnitt die schöne schwarze Erde um das Flugloch so tief als nur möglich mit meinem starken Faschinenmesser aus, immer die geheime Hoffnung hegend, daß sich das Nest gleich unter der Schieferplatte in der Nähe des Flugloches vorfinden werde. Doch kaum hatte ich nach schwerer Arbeit, da in dem schwarzen Alpenboden eine Unzahl größerer und kleinerer Steine das Graben sehr erschwerten, bis zum unteren Rande der Schieferplatte durchgegraben, als ich zu meinem großen Schmerze bemerken mußte, daß die Hummeln aus unbekannter Tiefe unter der Platte herauskrochen. Ich klopfte nun rund um die Schieferplatte herum, um durch das Aufsummen der in ihrer Ruhe gestörten Pelzträger auf die richtige Spur geleitet zu werden. Aber alles umsonst, die pfiffigen Tierchen in ihrem geschützten Kessel ließen sich nicht vernehmen. So grub ich denn wieder beim Flugloch circa 60 cm tief und trug unten die ganze Erde ab, um oben unter der Steinplatte, mich tief in die gegrabene Höhle versenkend, leichter arbeiten zu können. Aber meine Mühe war vergebens, das Nest war nicht zu finden; häufig verlor ich sogar die Flugröhre; in solchen Fällen oder wenn ich ermüdet etwas ausruhte, kamen Massen von Wegweisern daher, nämlich die heimkehrenden Hummeln; wenigstens 60 Stück umflogen mich immer, anfangs scheu und vorsichtig, häufig wieder wegfliegend; zuletzt aber, gedrängt von der Sorge ums Nest, gedrängt von dem natürlichen Bedürfnisse, sich des mitgebrachten Honigs und Pollens zu entledigen, setzten sie sich ohne Rücksicht auf die drohende Gefahr an der Stelle nieder, wo die Flugröhre war, und bahnten sich ganz einfach durch das lockere Erdreich den Weg zum Nest, resp. der verschütteten Flugröhre. Man möchte es gar nicht für möglich halten, daß sich diese dichtbepelzten Tierchen

so ohne weiteres in die Erde einbohren können und dazu noch mit reichen Pollenballen an beiden Hinterfüßen beladen, die sie dabei nur hin und wieder abstreiften. Merkwürdigerweise hatten alle die 60 bis 80 Arbeiter nur bläulichen oder violetten Pollen von *Campanula* und *Phyteuma*. Noch lieber war es mir, wenn sich ein Arbeiter von innen heraus den Weg gebahnt hatte, denn dann war ich noch besser über den mutmaßlichen Verlauf der Flugröhre unterrichtet. Freilich mußte ich die meisten von solchen Arbeitern augenblicklich abfangen, da sie über die Störung so erbittert waren, daß sie meine Hände und mein Gesicht als das passendste Objekt ihrer Stiche betrachten zu müssen glaubten, während die heimkehrenden nichts thun. So grub ich denn immer nach oben links, bis ich nach 2 stündiger Arbeit so ermüdet war, daß ich nicht weiter graben konnte. Da fing ich denn für den Fall, als wir das Nest nicht bekommen sollten, eine bedeutende Anzahl großer und kleiner Arbeiter für meine Sammlung ab. — Während ich grub, war auch ein junges Weibchen nach Hause gekommen und gleich von Eduard gefangen worden. Als ich es nun betrachtete, fiel mir seine wunderbare Schönheit und Frische, zugleich aber auch die ungeheure Menge der auf demselben schmarotzenden Milben (*Gamasus coleopterorum* L.) auf. Dieselben saßen auf den zwei ersten Hinterleibsringen und den letzten Brustsegmenten in großen Klumpen zusammengeballt, sich an den Haaren festhaltend. Sonst aber war das Tierchen vollkommen frisch und, wie sich später herausstellte, noch eine Jungfrau, die wahrscheinlich ihren ersten Ausflug bewerkstelligt hatte. Da mir die Sache auffiel, so untersuchte ich von nun an alle Nester auch in bezug auf diese Erscheinung und fand als Regel, daß die ganz jungen eben zu ihrem Vergnügen ausfliegenden Königinnen am meisten durch dieses Ungeziefer zu leiden haben. Es mag die in diesem Lebensstadium strotzende Blut- und Saftfülle bei den Hummeln der Parasitenentwickelung geradeso am allergünstigsten sein wie beim Menschen in einer gewissen Lebensperiode, die wenigstens beim Knaben mit einem zwar sehr wenig schmeichelhaften, dafür aber desto bezeichnenderen Namen belegt wird; sonst erscheinen besonders die wenig behaarten Schmarotzerhummeln damit sehr behaftet. — Traurigen Herzens kehrten wir nun, nachdem wir uns beim *Mendax*-Nest von der völligen Unmöglichkeit, dasselbe je ausnehmen zu können, überzeugt hatten, ins Alpenwirtshaus zurück. Das Nest des *B. mendax* war aber deshalb nicht aufzufinden, weil die Flugröhre zwischen den daselbst massenhaft aufgeschichteten Schieferplatten so unregelmäßig hin und her verlief, daß man sie jeden Augenblick verlieren mußte. Die »Gleinalpe« ist eben eine Schieferalpe. Der Name hat mit dem Worte »Klein«, wie man es oft lesen kann, nichts zu thun, sondern ist abgeleitet vom slavischen Worte »glina«, der Schiefer, und sie besteht auch wirklich bis zur Spitze des Speikkogels aus quarzig kristallinischen Schiefern.

Am nächsten Morgen besuchten wir vor allem den Speikkogel, der, wie auch andere diese köstlich riechende Pflanze beherbergende Hochgipfel der steirischen Alpen, seinen Namen vom Speik (*Valeriana celtica* L.) hat, dessen stark aromatisch duftende Wurzelstöcke seit uralten Zeiten zu Parfümerien nach dem Oriente verkauft werden. Obwohl wir auf demselben ungemein

viele *B. alticola, terrestris* (die Blumenkrone von *Silene acaulis* L. am Grunde durchbeißend, also ein Dysteleologe nach Müller), *agrorum* und *soroënsis* fanden, konnten wir doch kein Nest entdecken. Nachmittags begannen wir wieder beim *Alticola*-Nest zu graben. Die fleißigen Tierchen hatten sich inzwischen durchgegraben und nun konnte man sehen, daß sie wie am Tage vorher schief nach links oben krochen; doch ich mochte graben und graben soviel ich wollte, das Nest war nicht zu erreichen. Ich probierte von oben mich durchzugraben, aber das war unmöglich, denn auf der großen Platte lagen andere von Tischgröße, und obwohl ich einige unter dem Gestrüpp und den Wurzeln der Heidelbeeren herauszog, die so üppig darüber wuchsen, so war trotzdem kein Ende der Arbeit abzusehen. Schon waren wir nahe daran, am günstigen Erfolge zu verzweifeln, da beobachtete ich die ab und zufliegenden Hummeln noch einmal recht genau und plötzlich bemerkte ich bei einer ausfliegenden, daß sie heftig an die rechte Wand des Flugloches, wie es jetzt war, anschlug; daraus folgerte ich, daß die Flugröhre wahrscheinlich in einem stark gekrümmten Bogen verlaufe, daß also das Nest gar nicht tief unter der Platte, sondern auf dem andern unteren Ende derselben, vielleicht sogar nahe der Oberfläche sich befinden müsse. Deshalb begann ich dort zu graben. Obwohl dies anfangs wegen der vielen Steine sich sehr schwer anließ, so hatte ich endlich nach einer halben Stunde, als ich eben eine langgestreckte Platte herauszog, das Glück, ein ungemein starkes Aufsummen, in dem man ganz deutlich das tiefe Gebrumme der Weibchen unterscheiden konnte, zu vernehmen. Das war in diesem Momente wohl die angenehmste Musik für meine Ohren. Die mehrstündige ermüdende Arbeit war vom schönsten Erfolge gekrönt. In Kürze befand sich das ganze, prachtvolle Nest samt allen Insassen, vorsichtig in ein Tuch eingewickelt, in der großen Botanisierbüchse, um im Museum seinem weiteren Schicksale entgegenzugehen. Die genaue Besichtigung der Lokalitäten und der Neststoffe, in denen sich einige Maushaare befanden, zeigte nun, daß die lange Flugröhre sowie der geräumige Kessel von irgend einer Alpenmaus gegraben und von letzterer an der günstigsten, sonnebeschienenen Stelle an der geschütztesten Ecke unter der Schieferplatte angelegt und mit reichlichster Menge von fein zerbissenen Gräsern und Moosen gefüllt worden war, innerhalb deren dann die Hummel, als das Nest von der Maus nicht mehr benützt wurde, ihr Quartier aufgeschlagen hatte.

Aber wozu die viele Mühe wegen eines Hummelnestes! werden viele meiner freundlichen Leser sich denken. Nun ich will gleich gestehen, daß es nicht die Begierde ist, das erste Nest einer seltenen Hummelspezies zu besitzen, sondern daß ein ganz anderes Moment dabei für mich maßgebend erscheint, das mich zwingt, so viel Mühe und Zeit auf das Entdecken und Ausgraben der Hummelnester zu verwenden. Wer irgend eine monographische Abhandlung über dieses polychrome Geschlecht auch nur flüchtig durchblättert, wird sich überzeugen, daß nicht bald bei einer anderen Tiergruppe ein solcher Wirrwarr in der Speziesbestimmung bis vor kurzem herrschte, ja zum Teil noch herrscht, wie beim Genus *Bombus*. Ich bitte nur die Synonymie in meinen »Hummeln Steiermarks« oder in Schmiedeknecht's »Apidae europaeae« (Gattung *Bombus*)

anzuschauen (und doch ist sie nirgends noch vollständig durchgeführt): man muß wahrlich staunen, was die früheren Forscher alles gethan haben, um uns das Wiedererkennen der von ihnen aufgestellten Spezies ja recht sauer zu machen. Dasselbe Tier erscheint bei jedem Beschreiber beinahe unter einem anderen Namen und umgekehrt bedeutet derselbe Name häufig bei verschiedenen Forschern ganz verschiedene Tiere. Man hatte ein sehr wesentliches Moment dabei ganz aus den Augen gelassen, nämlich den Nesterbefund! Individuen, die zum selben Neste gehören, sehen oft so verschieden aus, daß selbst der erfahrene Forscher stutzig wird.

Bei diesem Genus kommt man mit der Farbe allein zu keinem richtigen Resultat. Da heißt es andere charakteristische Merkmale, vor allem solche plastischer Natur auffinden! Und die Zusammengehörigkeit aller Individuenvariationen einer Spezies läßt sich nur in einem Neste konstatieren. Man mag über den Wert und Umfang des Begriffes Spezies welcher Meinung immer sein, soviel ist bestimmt: Alles, was von derselben Mutter stammt, im selben Neste mit der Stammmutter als Kinder resp. Geschwister zusammen lebt, gehört zusammen und kann und darf nicht mit verschiedenen Speziesnamen belegt werden; und diese Zusammengehörigkeit läßt sich, wie schon oben bemerkt, einzig und allein durch den Nesterbefund festsetzen. Es war eben das der Fehler der sonst so hochverdienten Forscher Fabricius, Panzer, Nylander, Kirby u. a., daß sie auf ein zufällig gefangenes, etwas abnorm gefärbtes, vielleicht gar infolge des Alters abgeblichenes Exemplar sich stützend, gleich eine neue Spezies aufstellten. Darum kann man das Verdienst des englischen Bombologen Smith, der jahrelang darauf drang, man solle die Hummeln nach dem Zusammenleben in Nestern studieren, und besonders auch das der beiden dänischen Forscher Drewsen und Schiödte, die zuerst diesen Gedanken ausgesprochen und teilweise praktisch verwertet hatten, in dieser Hinsicht nicht hoch genug anschlagen.

Bei jeder Forschung muß das Richtige, das Wahre der Endzweck der Forschung sein, deshalb darf man aber auch keine Mühe und Arbeit scheuen, wenn es sich darum handelt, das Richtige festzustellen. — Da das Nest des *B. mendax* nicht zu erbeuten war, so mußten wir uns damit begnügen, die heimkehrenden und fortfliegenden Individuen abzufangen (es waren etwa 30 ☿ und 5 ♀) und festzustellen, daß diese Spezies ebenfalls unter der Erde nistet und wahrscheinlich in kleineren Gesellschaften lebt, da nur wenige Individuen ein- und ausflogen. Das Nest muß in sehr großer Entfernung vom Flugloch und in bedeutender Tiefe gewesen sein, denn alle von uns erbeuteten Tiere waren sehr stark abgewetzt.

Auf dem Rückwege entdeckte ich das Nest des *B. pomorum* var. *mesomelas* Gerst. Einige Wochen früher hatte Kuckh das erste Nest dieser Varietät, das nun meine Sammlung ziert, auf dem Hochlantsch gefunden. Da beide in allem wesentlichen übereinstimmen, so genügt die Beschreibung des einen. Wie die Stammform *B. pomorum* Pz. ihr Nest am liebsten auf sonnigen Abhängen im Grase unter der

Erde anlegt, so thut es auch *mesomelas* Gerst. Bei *B. pomorum* befindet sich in der Regel vor dem Eingange ein aus Moos und Gräsern bestehendes »Vornestchen«, dasselbe fand ich auch bei *mesomelas*; endlich sind die Neststoffe ganz auf dieselbe Weise geordnet wie bei *pomorum*. Die bei *pomorum* auch in diesem Jahre gefundenen Pollencylinder fehlten aber bei den Nestern von *mesomelas*, sie fehlen indessen auch häufig bei dem *pomorum*. Das Benehmen der *mesomelas* beim Ausheben des Nestes war ganz dasselbe wie das der *pomorum*, nämlich äußerst kühn und aggressiv. Es sprechen also auch die biologischen Erscheinungen dafür, daß diese zwei Formen nur etwas stark differierende Glieder derselben Spezies sind. Die interessante Mischung dunkler und lichter Individuen, wie sie bei *B. confusus* oder gar *variabilis* in einem Neste so oft angetroffen wird, war aber in keinem der untersuchten Nester zu finden; nur bei *pomorum* waren manche Exemplare bedeutend lichter als die der Normalfärbung, aber so licht wie *mesomelas* oder *canus* war keines, hingegen bekam ich aus einem auf dem Geierkogel ausgenommenen Neste ein beinahe ganz schwarzes Männchen, das als erster Vertreter des entschiedenen Melanismus bei dieser Spezies den Namen *nigrescens* mit Recht führen könnte. Der Wabenbau, die Färbung der Wachsdecke und Zellen stimmen bei beiden überein. Die Zahl der aus dem ersten Neste (Hochlantsch) ausgekrochenen ♀ beträgt 8, der ☿: 42, der ♂: 7, aus dem zweiten Neste ♀: 17, ☿: 49, ♂: 11. Auffallend ist die geringe Anzahl von ♂, die aus beiden Nestern ausfiel; sie erklärt sich aber ganz einfach dadurch, daß die meisten schon vor dem Ausheben des Nestes weggeflogen waren und die Entwickelung im geschlossenen Raume schlecht vor sich ging. Die Männchen beider Varietäten haben ebenfalls höchst auffallende, übereinstimmende Gewohnheiten. Sie verlassen das Nest ungemein früh und suchen dann an schönen Tagen selten Nahrung auf den Blumen, dafür aber desto eifriger fremde Nester, um zu den fremden ♀ zu gelangen. Diese Erscheinung verhalf mir schon einigemale zu den schönsten Nestern von *B. pomorum*. Ich schaue an sonnigen, grasbewachsenen Abhängen nur nach solchen Stellen, die hauptsächlich von den ♂ des *B. pomorum* umflogen werden, und das Nest dieser durchaus nicht häufigen Art ist gefunden. Zuerst fiel mir die Sache auf der Platte bei Graz auf. Um eine Stelle flogen immer ♂ von *pomorum*, und obwohl wir mehrere abgefangen hatten, so kamen immer neue. Dadurch wurde ich auf ihr Treiben aufmerksam und sah denn, wie ein ♂ trotz des sich dagegen wehrenden Wächters in das Innere des Nestes eindrang, wo sich mehrere junge ♀ vorfanden: und ganz so untersuchen auch die ♂ der Varietät *mesomelas*, die von Gerstacker als eine neue Hummelspezies 1869 aufgestellt, von Morawitz aber als Varietät des *B. pomorum* Pz. 1880 erkannt worden ist, jede Stelle, an der ein Nest zu vermuten ist, um in dasselbe einzudringen. Sie sind auch beide ganz gleich hitzig. Die Copula dauert, wie ich mich im Museum überzeugte, bei beiden Formen stundenlang, dabei sitzt das ♀ an irgend einer Stelle ganz ruhig, während das ♂ an demselben hängt und nur von Zeit zu Zeit mit den Flügeln arbeitet, so daß es aussieht wie die Copula irgend eines Abendfalters,

etwa des Abendpfauenauges (*Smerinthus ocellatus*) oder des Kiefernschwärmers (*Sphinx pinastri*), welche beide ich oft in diesem Zustande noch bei Tage getroffen. Bei keiner andern Art sah ich die Copula so lange dauern. Die Zahl der Puppentönnchen beträgt im ersten Neste für ♂: 56, für ♀: 33, ☿: circa 180, im zweiten Neste für ♂: 82, für ♀: 46, für ☿: circa 240; sie stimmen also mit mittelgroßen Bauten des *B. pomorum* überein. Zu erwähnen ist noch, daß bei *mesomelas* die Zahl der sogen. kleinen Weibchen eine auffallend große ist im Verhältnis zu der der kleinen ☿; es verhält sich in dieser Hinsicht *mesomelas* zu *pomorum* Stammform wie *B. hortorum* Stammform zu *argillaceus*.

Das oben besprochene Nest des *B. alticola* brachte ich glücklich (wenn auch erst nach 3 Tagen) nach Graz. Um die Fütterung brauchte ich mich zum Glück während der ganzen Reise nicht zu kümmern, denn das Nest enthielt an 2 Partien Honigtöpfe (im ganzen circa 40), so daß auch das Tuch vom süßen Stoffe naß wurde, und große Quantitäten Pollen teils in den leeren Puppentönnchen, teils in eigenen Pollencylindern, die aber ganz dieselbe Gestalt hatten wie die Honigtöpfe. Im Museum wurde nun das Nest zwischen den Fenstern einquartiert; als so seltene Wesen ließ ich die *alticola* eben nicht frei fliegen. Merkwürdigerweise war nicht ein Individuum während des langen Transportes gestorben; das alte ♀, obwohl schon stark abgeschunden und flügellahm, bewegte sich nach einigen Stunden ganz munter auf den frei da liegenden, nicht mehr gedrückten Waben, starb aber doch den zweiten Tag darauf, entweder wegen der großen Hitze, die hier in der Ebene herrschte, oder aber war es vielleicht gequetscht worden. Die ☿ kümmerten sich indessen nicht im mindesten darum, sondern beschäftigten sich, als ob nichts geschehen wäre, mit dem Neste.

Die Ernährung der Tierchen verursachte anfangs große Schwierigkeiten. In den ersten Tagen hatte ich freilich die mitgebrachten *Phyteuma*, *Campanula* und *Calamintha*, auch gab ich ihnen alle möglichen Blumen aus dem botanischen Garten, doch keine außer den angegebenen Alpenblumen rührten sie an, sondern tranken nur den ihnen gereichten vollkommen reinen Schleuderhonig der Hausbienen. Aber sie hatten, nachdem die Alpenblumen verwelkt waren, keinen Pollen; und ohne denselben kann kein Nest gedeihen; die Larven gehen bei reiner Honignahrung in Kürze zu Grunde. Da stellte ich zufällig ein Glas mit einem Kleestrauß hinein, nach wenigen Minuten schon war es umschwärmt von *alticola*. 30 bis 40 ☿ saßen beständig in den ersten Stunden darauf und gewannen Honig und Pollen. Dieses letztere Geschäft betrieben sie mit einer Geschicklichkeit, daß man staunen mußte; in wenigen Minuten schon war Pollen auf den Körbchen der Hinterbeine angehäuft und dabei konnte man, da sie in Menge und ohne Furcht sammelten, ganz genau sehen, wie sie das Schiffchen abwärts drehend den Pollen den Staubgefäßen entnahmen und sich damit beluden. Überhaupt habe ich auch im Freien verschiedene Hummeln bemerkt, welche ganz so, wie nach den wundervollen Beobachtungen Hermann Müller's die Honigbiene, Pollen auf *Trifolium pratense* sammelten und dadurch die Fremdbestäubung dieser wichtigen Futter-

pflanze bewerkstelligten, und unter anderen waren es auch *B. terrestris*, der zum Honig nur durch Einbruch gelangt, und *B. pratorum*, der auch nur einen sehr kurzen Rüssel hat. — Die später im Museum ausgekrochenen ☿ und ♀ besuchten jedoch auch unsere gewöhnlichen Blumen, z. B. *Lamium maculatum, album* und *purpureum* sowie mehrere Kompositen, unter letzteren am liebsten *Onopordon Acanthium;* so war denn die Verpflegung in der zweiten Hälfte des September, dann im Oktober und zum Teil November sehr leicht zu bewerkstelligen, frische Blumen und Bienenhonig reichten vollkommen aus. Während sie aber Pollen (mit Honig vermischt) sehr schnell für sich und die junge Brut verbrauchten, stapelten sie Honig in großen Mengen auf, so daß nach dem Absterben aller ☿ die meisten Puppentönnchen und die vielen (circa 50) Honigtöpfe damit so gefüllt waren, daß wochenlang die miteingesperrten *terrestris* davon schmarotzen konnten und daß ich noch vor dem Einreihen des Nestes in die Sammlung den Honig ausschütten mußte.

Ein sogenanntes kleines Weibchen übernahm nun das Geschäft des Eierlegens und bald gab es noch mehr Arbeit, da nach 3 Tagen aus den Eiern die Larven ausschlüpften, die nun reichlichst gefüttert werden mußten. Sie verpuppten sich in Kürze. Schon nach 3 Wochen (infolge der starken Hitze) kamen aus diesen (vom kleinen Weibchen gelegten) Eiern die jungen Imagines und zwar ♂ und ☿! hervor. Zur selben Zeit hatte ich zu Hause frei fliegend ein prächtiges Nest des *B. mastrucatus*, das ich vom Hochlantsch gebracht hatte (wir hatten solcher in diesem Jahre 4 gefunden, 1 davon oberirdisch an eine Fichtenwurzel angedrückt bei Trahütten am östlichen Abhang der Koralpe), und in demselben bauten 5 kleine Weibchen kleine Tunnels, die gleich im Anfange an einem Ende geschlossen und mit Pollen gefüllt wurden, und legten dann unter den obligaten Kämpfen, die jedem meiner Besucher Interesse für das Hummelleben einflößten, Eier, aus welchen sich nur ♂ entwickelten. Eines dieser kleinen Weibchen fing ich ab und untersuchte es, es war nicht befruchtet. Wie es aber mit dem *alticola* ☿! in dieser Hinsicht stand, weiß ich nicht, denn ich ließ die brave kleine Mutter, die noch eine große Menge von Eiern später gelegt hat, eines natürlichen Todes sterben. Aus den bereits zur Zeit der Übersiedlung vorhandenen Eier-, Larven- und Puppenklumpen entwickelte sich innerhalb 4 Wochen eine ungeheure Menge von ♂, ♀ und ☿, so daß jetzt dieses Nest in der Sammlung das alte ♀, 46 junge ♀, 79 ♂ und 283 ☿ (62 große, 221 kleine ☿) zählt, mithin zu den größten Hummelnestern gerechnet werden muß.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß ich die zuletzt ausgekrochenen 3 ♂ leben ließ, so lange es ihnen die Natur gestattete: sie krochen am 29. September aus den Puppentönnchen und starben zwischen dem 27. Oktober und 20. November; am 5. November hatte das letzte noch fleißig auf *Scabiosa* gesammelt. Ich bemerkte überhaupt oft, daß sie am liebsten abwechselnd Bienenhonig und Blumennahrung zu sich nahmen. An den kalten Tagen des November waren sie beinahe ganz erstarrt, sobald aber die Sonne schien, tummelten sie sich gleich wieder lustig

auf den Blumen. Kein einziges war trotz des hohen Alters, das sie erreichten, so abgeschunden, wie man sie draußen im Freien findet.

Durch dieses Nest ist die Zusammengehörigkeit der ♂, ♀ und ☿, die zur Spezies *B. alticola* gehören, unanfechtbar nachgewiesen und es ist ferner die Identität des von Perez in Bordeaux zum Range einer eigenen Spezies erhobenen *B. pyrenaeus* Per. mit der vorliegenden Spezies nach den von mir eingesandten Exemplaren von Morawitz in Petersburg, dem Originalexemplare des *B. pyrenaeus* zur Verfügung stehen, die ich aber nicht besitze, konstatiert worden.

Wissenschaftliche Rundschau.

Botanik.

Die botanischen Ergebnisse der Vega-Expedition.

Die botanischen Ergebnisse der Vega-Expedition sind in folgenden Abhandlungen niedergelegt:

E. Almquist. Lichenologische Beobachtungen an der Nordküste Sibiriens.
F. R. Kjellman. Über die Algenvegetation des sibirischen Eismeeres.
— — Über den Pflanzenwuchs an der Nordküste Sibiriens.
— — Die Phanerogamenflora der sibirischen Nordküste.
— — und A. N. Lundström. Phanerogamen von Nowaja Semlja, Waigatsch und Chabarowa.
— — Die Phanerogamenflora von Nowaja Semlja und Waigatsch, eine pflanzen-geographische Studie.
— — Die Phanerogamenflora an der asiatischen Küste der Beringsstraße.

Im nachfolgenden soll nur die Phanerogamenflora berücksichtigt werden.

Die bisherigen Darstellungen der Vegetation der nördlichsten Distrikte Sibiriens, so namentlich die Schilderungen Middendorff's, ließen die Ansicht entstehen, daß im ganzen arktischen Gebiet kaum ein anderes an Öde und Leere diesem gleichkommen dürfte. Kahle, fast aller Vegetation bare Erdblößen oder eine spärliche und dazu krüppelhafte Flechten- und Moosdecke des kaum in seinen obersten Schichten während des kurzen Sommers auftauenden Bodens: dies ist das allerdings trostlose Vegetationsbild des hochnordischen Sibiriens, wie es in unserer Vorstellung gewöhnlich besteht.

Die botanischen Untersuchungen durch die Naturforscher der Vega-Expedition ergeben nun allerdings, daß, wenn auch vielleicht am einen und anderen Orte das Land diesen wenig erbaulichen Anblick bieten mag, diese Vegetationsverhältnisse doch nicht als die durchgängigen oder auch

nur normalen bezeichnet werden dürfen, und jene Angabe von GRIESEBACH, daß es »in dem arktischen Sibirien große Strecken gibt, wo nicht einmal Kryptogamen wachsen können und wo der Boden alles Pflanzenwuchses entbehrt«, hat, wenn sie überhaupt für irgend ein Gebiet zutreffend ist, jedenfalls für diese nördlichsten Distrikte, welche von der Vega-Expedition besucht werden konnten, keine Gültigkeit.

Doch nicht allein unsere Vorstellung von der Pflanzenphysiognomie jener Gegenden wurde durch diese neuesten Untersuchungen korrigiert, sie bestimmen auch in hervorragendem Grade unsere Ansichten über die phytogeographische Stellung jener Gebiete. Im nachfolgenden Referat soll wesentlich dieser letzte Punkt berücksichtigt werden.

Im ganzen ist an der Nordküste an 10 verschiedenen Standorten gesammelt worden. Zwei gehören der Halbinsel Jalmal, fünf dem Taimyrland, drei dem Tschuktschenland an.

Die Gesamtzahl der beobachteten Phanerogamen beträgt 150 Spezies. Damit ist die Zahl der Phanerogamen der sibirischen Nordküste auf 182 gestiegen. Sie verteilen sich auf folgende Familien:

	Gattung	Art		Gattung	Art
Liliaceae . .	1 (1)[1]	1 (1)	Oenotheraceae .	(1)	(1)
Juncaceae . .	2	5	Haloragidaceae .	1	1
Cyperaceae . .	2	12	Rosaceae . . .	7	7 (1)
Gramineae . .	15	21 (2)	Papilionaceae .	4	6 (1)
Cupuliferae . .	1	1	Ericaceae . . .	5 (2)	5 (2)
Salicaceae . .	1	8 (1)	Primulaceae . .	2	3 (2)
Polygonaceae .	3	5	Plumbaginaceae .	1	1
Caryophyllaceae	6	10 (1)	Polemoniaceae .	2	2 (1)
Portulaceae. .	1	1 (1)	Asperifoliaceae .	2	2
Ranunculaceae .	3 (2)	11 (2)	Scrofulariaceae .	1	6 (2)
Papaveraceae .	1 (1)	1 (1)	Selaginaceae . .	1	1
Cruciferae . .	5 (2)	12 (8)	Gentianaceae .	1	1
Empetraceae .	1	1	Valerianaceae .	1	1
Crassulaceae .	1	1	Compositae . .	7 (4)	11 (4)
Saxifragaceae .	2	13 (1)			

56 Spezies, d. s. 30 % der gesamten Flora sind durch die Vega-Expedition als Glieder der nordsibirischen Flora bekannt geworden.

Die Verteilung der 182 Spezies ist eine ungleiche. Nur einem relativ beschränkteren Teil können wir das Prädikat »verbreitet« geben, indem nur nachfolgende 22 Spezies wenigstens der Hälfte der 16 verschiedenen Standorte, die an der sibirischen Nordküste überhaupt floristisch untersucht sind, zukommen.

Dryas octopetala (8)[2]. *Saxifraga nivalis* (8).
Saxifraga stellaris (11). „ *cernua* (12).

---

[1] Die eingeklammerten Zahlen geben die Gattungen, bezw. die Arten an, welche nach andern Beobachtungen zu den von der Vega-Expedition gefundenen hinzukommen.

[2] Die eingeklammerten Zahlen geben die Zahl der bekannten Standorte längs der sibirischen Nordküste an.

Saxifraga rivularis (11).
,, *decipiens* (8).
Cardamine bellidifolia (11).
Cochlearia fenestrata (11).
Draba alpina (9).
Papaver nudicaule (10).
Ranunculus nivalis (8).
Stellaria longipes (12).
C e r a s t i u m a l p i n u m (11).
Salix polaris (9).
Poa flexuosa (9).
Catabrasa algida (11).
Dupontia Fischeri (9).
Aira caespitosa (10).
Alopecurus alpinus (10).
E r i o p h o r u m S c h e u c h z e r i (9).
Luzula arcuata (13).
L l o y d i a s e r o t i n a (8).

Ein Drittel dieser Arten gehört jenen weit verbreiteten arktisch-alpinen Pflanzen an (sie sind im vorstehenden Verzeichnis gesperrt gedruckt), die kaum irgendwo in der arktischen Zone fehlen; auch die andern sind häufig in der ganzen arktischen Region, jedoch im Gegensatz zu den erstern auf diese beschränkt.

In die gegenseitigen Verhältnisse der Floren der verschiedenen Teile der sibirischen Nordküste erhalten wir die beste Einsicht durch eine Vergleichung der Flora von Jalmal, Taimyrland und Tschuktschenland. Zwischen den beiden ersten bildet der Ob die Grenze. Das zweite Gebiet wird im Osten durch den Jenissey begrenzt. Zum Tschuktschenland rechnen wir nur die Stationen an der Nordküste östlich vom Kolyma, sehen also vor der Hand von den verschiedenen Standorten an der Beringsstraße ab.

	Jalmal	Taimyrland	Tschuktschenland
Liliaceae	1	1	1
Juncaceae	3	3	5
Cyperaceae	6	6	9
Gramineae	9	15	15
Cupuliferae	0	0	1
Salicaceae	3	3	8
Polygonaceae	2	4	4
Caryophyllaceae	7	8	8
Portulaceae	0	0	1
Ranunculaceae	6	7	9
Papaveraceae	1	1	1
Cruciferae	7	13	9
Empetraceae	0	0	1
Crassulaceae	0	1	1
Saxifragaceae	8	13	10
Oenotheraceae	1	0	0
Haloragideae	0	0	1
Rosaceae	2	2	5
Papilionaceae	0	2	3
Ericaceae	2	0	4
Primulaceae	0	0	2
Plumbagineae	0	0	1
	58	79	99

	Jalmal	Taimyrland	Tschuktschen-land
Übertrag	58	79	99
Polemoniaceae . . .	1	0	2
Asperifoliaceae . . .	0	2	1
Scrofulariaceae . . .	1	3	6
Selaginaceae	0	1	1
Gentianaceae	0	0	1
Valerianaceae	0	0	1
Compositae	3	6	10
	63	91	121

In der östlichen Station, an der Nordküste des Tschuktschenlandes begegnet uns eine größere Zahl von Pflanzen, die, wenn sie auch nicht als endemische bezeichnet werden können, doch Charakterpflanzen sind, sofern sie sowohl Taimyrland als Jalmal fehlen. Einige (die gesperrt gedruckten) gehen allerdings noch etwas weiter nach Westen, doch höchstens bis zur Lena- oder Olenekmündung. Es sind das folgende Arten:

Luzula Wahlenbergii.
,, *parviflora.*
Carex lagopina.
,, *glareosa.*
,, *rariflora.*
,, *misandra.*
Hierochloa alpina.
Trisetum subspicatum.
Elymus mollis.
Betula glandulosa.
Salix (spec.?).
,, *Chamissonis.*
,, *cuneata.*
,, *boganidensis.*
Polygonum polymorphum.
Halianthus peploides.
Cerastium maximum.
Claytonia acutifolia.
Aconitum Napellus.
Delphinium Cheilanthum.
Ranunculus Pallasii.
,, *Chamissoni.*
Draba arctica.
Sisymbrium pygmaeum.
Empetrum nigrum.
Hippuris vulgaris.
Spiraea betulaefolia.
Sibbaldia procumbens.
Comarum palustre.
Rubus Chamaemorus.
Oxytropis (spec.?).
,, *nigrescens.*
Hedysarum obscurum.
Arctostaphylos alpina.
Ledum palustre.
Loiseleuria procumbes.
Androsace ochotensis.
Primula borealis.
,, *nivalis.*
Armeria sibirica.
Polemonium coeruleum.
Pedicularis lapponica.
,, *capitata.*
,, *lanata.*
,, *Langsdorfii.*
Gentiana glauca.
Valeriana capitata.
Taraxacum officinale.
Petasites frigida.
Antennaria alpina.
Artemisia arctica.
Leucanthemum arcticum.

Umgekehrt haben denn auch Jalmal und Taimyrland eine Reihe von solchen Charakterarten. So finden wir z. B. von den 63 Spezies aus Jalmal nur je 45 in Taimyrland und in Tschuktschen und einige

Spezies sind in ihrem Vorkommen an der Nordküste auf diese westliche Station beschränkt. Es sind: *Salix rotundifolia*, *Ranunculus acris* und *Epilobium angustifolium*. Zwei Arten, *Salix glauca* und *Polemonium pulchellum*, kommen zwar weder in Taimyrland noch in Tschuktschen vor, finden sich aber im Gebiet der Lena- und Olenekmündung. Auch von den 91 Spezies des Taimyrlandes kommen nur $^2/_3$ in Tschuktschen vor. Als Charakterpflanzen dieses Gebietes gegenüber den beiden andern Territorien ergeben sich folgende Arten, von welchen jedoch wieder ein Teil sich weiter nach Osten, bis zur Olenek- und Lenamündung, erstreckt (die gesperrt gedruckten):

Carex salina.
Koeleria hirsuta.
Pleuropogon Sabini.
Glyceria Kjellmani.
Arctophila fulva.
Poa pratensis.
Alsine rubella.
,, *macrocarpa.*
Wahlbergella affinis.
Ranunculus affinis.
Draba altaica.
Draba Wahlenbergi.
,, *lactea.*
,, *corymbosa.*
,, *aspera.*
Cochlearia arctica.
Saxifraga serpyllifolia.
,, *flagellaris.*
,, *oppositifolia.*
Sieversia glacialis.
Oxytropis campestris.
Astragalus alpinus.

Noch viel frappanter wird der Unterschied in der Flora des Ostens und Westens, wenn wir zur Vergleichung die Flora der asiatischen Küste der Beringsstraße, den östlichen, und die Flora von Nowaja Semlja und Waigatsch, den westlichen Anschluß an das Florengebiet der sibirischen Nordküste heranziehen.

Die Zahl der Phanerogamen, die an der asiatischen Küste der Beringsstraße gefunden wurde, ist, trotzdem deren Ausdehnung kaum $^1/_{25}$ der Nordküste beträgt, um 21% reicher als hier, indem man gegenwärtig 221 Spezies kennt. Nicht weniger als 30% des gegenwärtigen Florenbestandes sind erst durch die Entdeckungen KJELLMAN's bekannt geworden. Sie verteilen sich auf folgende Familien:

	Gattung	Art		Gattung	Art
Liliaceae	3	3	Geraniaceae . .	1	1
Juncaceae	2	5	Empetraceae . .	1	1
Cyperaceae. . .	2	19	Umbelliferae . .	2	3
Gramineae . . .	10	15	Crassulaceae . .	1	1
Orchidaceae . .	1	1	Saxifragaceae . .	2	16
Cupuliferae . .	2	2	Parnassiaceae . .	1	1
Salicaceae . . .	1	12	Ribesaceae . .	1	1
Polygonaceae . .	3	7	Oenotheraceae .	1	2
Caryophyllaceae .	8	16	Rosaceae . . .	5	12
Portulaceae . .	1	1	Papilionaceae . .	3	9
Ranunculaceae .	5	11	Ericaceae . . .	10	12
Papaveraceae . .	2	2	Primulaceae . .	3	8
Cruciferae . . .	6	14	Plumbaginaceae .	1	1
Violaceae . . .	1	1	Polemoniaceae .	2	3

	Gattung	Art		Gattung	Art
Asperifoliaceae .	2	4	Rubiaceae . . .	1	1
Scrofulariaceae .	1	7	Campanulaceae .	1	1
Selaginaceae . .	1	1	Valerianaceae . .	1	1
Gentianaceae . .	1	3	Compositae . .	13	20

An diese Flora schließt sich nun in der That die Tschuktschenflora (im frühern Sinn) enger an als die der westlicher gelegenen Distrikte Taimyrland und Jalmal, indem 77 % ihrer Arten, von letzterer jedoch nur 67 % mit der asiatischen Flora der Beringsstraße übereinstimmen. Durch eine größere Zahl von Arten, die der Nordküste fehlen, wird allerdings auch diese Flora wieder charakterisiert, Arten, die zum Teil auf die Nähe des arktischen Amerika hinweisen, zum Teil wohl auch auf Rechnung von Einwanderungen aus dem nicht-arktischen Teil Ostsibiriens zu setzen sind. 19 Spezies von den 29 kommen auch im arktischen Amerika (gesperrt gedruckt), 11 in südlicheren Teilen Sibiriens (mit * versehen) vor.

Eriophorum callithrix.
Carex podocarpa.
„ scirpoidea.
Calamagrostis phragmitoides.
* *Salix ovalifolia.*
Delphinium pauciflorum.
* *Anemone parviflora.*
Stellaria dicranoides.
* *Geranium erianthum.*
Angelica Archangelica.
Saxifraga Eschscholtzii.
„ exilis.
* *„ neglecta.*
Parnassia Kotzebuei.
Sieversia Rossii.
* *Potentilla biflora.*
* *Oxytropis leucantha.*
* *Astragalus chorinensis.*
* *Phyllodoce coerulea.*
* *Pyrola uniflora.*
Dodekatheon frigidum.
Primula Tschuktschorum.
* *Mertensia maritima.*
Gentiana propinqua.
Campanula uniflora.
Artemisia latifolia.
„ globularia.
* *„ heterophylla.*
Leucanthemum integrifolium.

Gehen wir endlich zum westlichen Anschluß, zur Flora von Nowaja Semlja und Waigatsch über. Auch diese Flora ist durch die Naturforscher der Vega-Expedition erheblich bereichert worden. Für Nowaja Semlja werden 31 neue Spezies, von denen einige im benachbarten Waigatsch vorkommen, für dieses sogar 49 neue Arten angeführt. Die Gesamtzahl der dadurch für diese Inselgruppe bekannt gewordenen Phanerogamen übertrifft noch um einige Spezies die Phanerogamenflora der sibirischen Nordküste, indem wir 185 Arten zählen. In der Zahl der Genera stehen sie jedoch um einige zurück. Sie verteilen sich auf folgende Familien:

	Gattung	Art		Gattung	Art
Liliaceae . . .	2	2	Salicineae . . .	1	12
Juncaceae . . .	2	5	Polygonaceae . .	4	7
Cyperaceae . . .	2	18	Caryophyllaceae .	8	13
Gramineae . . .	15	29	Ranunculaceae .	3	10
Cupuliferae . . .	1	1	Papaveraceae . .	1	1

	Gattung	Art		Gattung	Art
Cruciferae . . .	9	20	Primulaceae .	4	7
Violaceae . . .	1	1	Plumbaginaceae	1	1
Umbelliferae . .	1	1	Polemoniaceae .	1	2
Crassulaceae . .	1	1	Asperifoliaceae .	2	2
Parnassiaceae . .	1	1	Scrofulariaceae .	1	4
Saxifragaceae . .	2	11	Selaginaceae .	1	1
Oenotheraceae . .	1	3	Plantaginaceae .	1	1
Halorageideae . .	1	1	Campanulaceae	1	2
Rosaceae . . .	4	6	Valerianaceae .	1	1
Papilionaceae . .	4	4	Compositae . .	10	14
Ericaceae . . .	3	3			

Was nun zunächst das Verhältnis zwischen der Flora der Waigatschinsel und Nowaja Semlia betrifft, so kommen auf ersterer 142, auf letzterer 132 Spezies vor. Waigatsch besitzt 30 Arten, die Nowaja Semlja fehlen.

Lloydia serotina.
Allium sibiricum.
Eriophorum russeolum.
,, *callithrix.*
Carex dioica.
,, *incurva.*
,, *rotundata.*
Catabrosa concinna.
Glyceria vaginata.
Elymus arenarius.
Salix herbacea.
Rumex arcticus.
Polygonum Bistorta.
Sagina saxatilis.
Stellaria crassifolia.
Wahlbergella affinis.
Draba repens.
Viola biflora.
Parnassia palustris.
Epilobium alpinum.
,, *palustre.*
Vaccinium vitis idaea.
Cortusa Matthioli.
Androsace Chamaejasme.
Primula farinosa.
Armeria sibirica.
Plantago maritima.
Cineraria frigida.
,, *integrifolia.*
Pyrethrum bipinnatum.

Die gesperrt gedruckten Arten finden sich auch an der sibirischen Nordküste.

41 Arten der Flora von Nowaja Semlja fehlen Waigatsch. Die gesperrt gedruckten finden sich aber an der sibirischen Nordküste.

Luzula spicata.
,, *arctica.*
Carex rupestris.
,, *acuta.*
Calamagrostis strigosa.
Phleum pratense.
Alopecurus ruthenicus.
Catabrosa algida.
Glyceria Kjellmani.
,, *Vahliana.*
,, *vilfoidea.*
Festuca brevifolia.
Salix Brownii.
,, *reptans.*
,, *ovalifolia.*
,, *taimyrensis.*
Koenigia islandica.
Rumex domesticus.
Sagina nivalis.
Halianthus peploides.
Cerastium trigynum.
Ranunculus sulphureus.
,, *lapponicus.*
Draba corymbosa.

Draba lactea.	*Pyrola minor.*
„ *nivalis.*	*Trientalis europaea.*
„ *Wahlenbergii.*	*Androsace triflora.*
„ *arctica.*	„ *septentrionalis.*
„ *oblongata.*	*Pedicularis lanata.*
Schiverekia podolica.	*Lagotis glauca.*
Sisymbrium pygmaeum.	*Campanula rotundifolia.*
Saxifraga flagellaris.	*Cineraria palustris.*
Epilobium latifolium.	*Arnica alpina.*

Welche phytogeographische Stellung kommt nun Nowaja Semlja und Waigatsch zu? Wird diese Inselgruppe naturgemäß mit dem nordischen Florendistrikt, den wir oben besprachen, vereint und bildet sie somit den westlichen Teil jener Florenprovinz, oder haben wir sie mit Hooker nicht nur in politischer, sondern auch in phytogeographischer Beziehung Europa zuzuzählen?

Was lehrt uns zunächst die Vergleichung mit dem arktischen Sibirien? Von den 185 Phanerogamen der beiden Inseln finden wir 118, das ist nahezu 64% wieder in der Flora der sibirischen Nordküste. Diese nicht unbedeutende Differenz fällt zum größern Teil auf Rechnung der Flora der Waigatschinsel. Denn von den 132 Spezies von Nowaja Semlja finden wir nicht weniger als 108, das ist fast 82% an der Nordküste Sibiriens. Diese Thatsache läßt sich allerdings erst recht würdigen, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß z. B. Jalmal mit Taimyrland in 71% seiner Phanerogamen übereinstimmt und daß dieses mit dem Tschuktschenland (exkl. Küste der Beringsstraße) 60% gemein hat.

Hooker sieht in diesen hochnordischen Gegenden zwei Florenprovinzen. Der Ob ist die östliche Grenze der europäischen; von dessen Mündung bis zur Beringsstraße soll sich die asiatische erstrecken.

Aus der Vergleichung der Flora von Jalmal mit der von Nowaja Semlja-Waigatsch geht allerdings die außerordentlich nahe Beziehung beider Floren, die floristische Zusammengehörigkeit beider Gebiete unzweideutig hervor. Denn von 63 Arten der Jalmalflora finden wir 55 in jener Inselgruppe und 48 speziell auf Nowaja Semlja, das sind 77% bezw. 76%. Dadurch scheint Hooker's Ansicht gerechtfertigt. Und doch können wir auf Grund der gegenwärtigen Kenntnisse über die geographische Verbreitung der Pflanzen in diesen nördlichen Gegenden Hooker's Ansicht des Bestimmtesten als mit den Thatsachen nicht im Einklang stehend zurückweisen. Zeigt doch das östlich vom Jenissey gelegene Taimyrland noch größere Analogien seiner Flora mit derjenigen unserer Inselgruppe als selbst Jalmal. Denn von den 91 Phanerogamenspezies kommen 82, also 90% auf Nowaja Semlja und Waigatsch und 76, also 83% speziell auf Nowaja Semlja vor.

Kjellman, der hochverdiente Forscher auf dem Gebiete der arktischen Flora, glaubt, daß die geographische Verbreitung der Phanerogamen im arktischen Europa und Asien auf 4 kleinere, in floristischer Hinsicht zu trennende Gebiete schließen lasse: 1) auf ein europäisches, dessen Grenze im Osten der Ural und eine Linie bildet, die man sich von der Nordspitze dieser Gebirgskette nach Jugor-Schar gezogen denkt;

2) auf ein die Insel Nowaja Semlja und Waigatsch umfassendes Gebiet, welchem sich wohl die Inselgruppen Franz-Josephs-Land, König-Karls-Land, Spitzbergen und die Bären-Insel am nächsten anschließen; 3) auf ein westsibirisches mit der Ausdehnung vom Karischen Meer nach Osten über das Taimyrland, und 4) auf ein ostsibirisches, welches das Gebiet zwischen der Beringsstraße und Kolyma oder Lena umfaßt.«

Nun ist aber zwischen der spitzbergischen Flora und der von Nowaja Semlja und Waigatsch folgendes Verhältnis zu konstatieren: Von den 116 Phanerogamenarten Spitzbergens kommen 96 Spezies, d. s. 82,7 % in Nowaja Semlja-Waigatsch vor und 92 Arten, d. s. 79 % in Nowaja Semlja speziell. Es stimmt also die Spitzberger Flora in einer relativ geringern Artenzahl mit der von Nowaja Semlja überein als nach Kjellman's eigenen Angaben Taimyrland. Will man mit Kjellman Spitzbergen und unsere Inselgruppe zu einem Florenbezirk vereinigen — und wir halten auch dafür, daß eine solche Vereinigung auf Grund der floristischen Funde geboten sei — so ist zweifellos auch Taimyrland diesem gleichen Bezirk zuzuzählen, das heißt, der dritte Bezirk Kjellman's fällt nach unserem Dafürhalten weg.

Mit Norwegen hat Nowaja Semlja 113 Spezies gemein und mit dem ganzen arktischen Europa 132. Die Differenz ist also nicht so bedeutend, als man vielleicht erwarten möchte, sobald man einmal die Inselgruppe als einen besondern Florenbezirk dem arktischen Europa gegenüberstellt.

Schon früher wiesen wir auf die größeren Differenzen hin, welche zwischen der Flora des östlichen Teiles der Nordküste (die Lena oder der Olenek mag als Grenze angesehen werden) und dem westlichen Teil bestehen, Differenzen, welche sich unter anderem darin ausdrücken, daß von den 121 Spezies der Nordküste von Tschuktschen nur 60 im Taimyrland wiederkehren.

Es ist nun für die Beurteilung der pflanzengeographischen Verhältnisse zwischen dem Westen und Osten nicht unwesentlich, mit jener Flora von Tschuktschen die in ihrer Artenzahl nicht sehr verschiedene von Nowaja Semlja zu vergleichen. Die beiden Gebiete haben 74 Spezies mit einander gemein, d. h. 56 % der Flora von Nowaja Semlja finden wir in jenem östlichen Teil der sibirischen Nordküste wieder.

Noch sprechender wird die Differenz bei einer Vergleichung mit der Flora der asiatischen Küste der Beringsstraße. Nowaja Semlja und Waigatsch haben nur 48 % mit ihr gemein.

Die botanischen Funde der Vega-Expedition scheinen uns darauf hinzuweisen, daß die Küste des sibirischen Eismeers in floristischer Beziehung in zwei Provinzen geteilt werden kann. Die westliche umfaßt Nowaja Semlja, Waigatsch, Jalmal und Taimyrland. Sie wird noch ergänzt durch einige jener nordwestlichen Inseln, vor allem Spitzbergen. Die Mündungen des Olenek und der Lena bilden die östliche Grenze derselben. Die östliche Provinz umfaßt die Nordküste von der Mündung der beiden Flüsse an und die die Beringsstraße begrenzende sibirische Ostküste, also vor allem Tschuktschenland.

Sowenig als zwischen Florenreichen scharfe Grenzen, plötzlich auftretende Unterschiede bemerkbar sind, vielmehr zwei benachbarte Reiche durch ein Übergangsgebiet verbunden werden, ebensowenig läßt sich dergleichen für kleinere phytographische Gebiete nachweisen. Das Gebiet der Lena- und Olenekmündung, das mit 63 % seiner Florenelemente mit der Flora von Nowaja Semlja übereinstimmt, scheint diese Bedeutung eines Übergangsgebietes zu haben.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Über den Stofftransport in der Pflanze.

Die die Stoffwanderung veranlassenden Bewegungen faßt man nach dem Vorgange von Sachs als Diffusionserscheinungen auf. Einem physikalischen Prozeß, der thatsächlich beim Stoffaustausch zwischen benachbarten Zellen beobachtet ist, wird allgemeinere Bedeutung zugeschrieben, das ihm zu Grunde liegende Prinzip auf Gewebe und Gewebesysteme übertragen. Die Massenbewegung, eine Bewegung, die jener des Blutes in den Gefäßen vergleichbar wäre, glaubte man deshalb sofort ausschließen zu dürfen und zu sollen, weil die Stoffwanderung nicht nur in Röhren (Siebröhren, Milchgefäßen) sich vollzieht, vielmehr auch parenchymatisches Gewebe für den Stoffleitungsprozeß thatsächlich von hoher Bedeutung ist. Der Übertritt eines Körpers aus einer allseitig umschlossenen Zelle in eine benachbarte Zelle setzt aber, so schloß man, die Molekularbewegung der wandernden Stoffteilchen voraus.

Gegen diese Anschauung macht sich nunmehr eine, wie uns scheinen will, sehr berechtigte Opposition geltend, die auch allgemeinerer Beachtung um so eher wert ist, als sie nicht nur niederzureissen weiß, sondern auch aufbaut[1].

Indem man den Stofftransport auf Diffusionsvorgänge zurückführte, gab man sich von den Zeiträumen, welche die Bewegung plastischer diffundierbarer Stoffe zum Durchlaufen größerer Strecken beansprucht, nur ungenügend Rechenschaft. »Aus Graham's berühmten Versuchen berechnete Stephan, daß 1 mg Chlornatrium, um sich aus einer 10 %igen Lösung durch Diffusion über die Länge eines Meters im Wasser fortzubewegen, 319 Tage braucht. Dieselbe Quantität Rohrzucker braucht dazu 2 Jahre und 7 Monate, 1 mg Eiweiß sogar 14 Jahre[2].« Nicht daß sich die Physiologen solchen Schwierigkeiten, denen ihre Vorstellungen begegneten, völlig verschlossen hätten. Aber einmal glaubte man, daß gerade in den wichtigeren Leitungsbahnen eine Reihe von

---

[1] Hugo de Vries, „Über die Bedeutung der Zirkulation und der Rotation des Protoplasma für den Stofftransport in der Pflanze“. Bot. Zeitung (von Dr. Bary) 1885, Nr. 1 u. 2.

[2] Citat nach H. de Vries.

Widerständen bis zu einem gewissen Grade durch den Bau der Bahnen gehoben sei; anderseits nahm man an, daß sich durch besondere Druckverhältnisse die Bewegungen der wandernden Stoffe doch mit genügender Schnelligkeit vollzögen. Der Inhalt der Siebröhren und Milchsaftgefäße soll in den älteren Gewebspartien, welche bedeutende Spannungen zeigen, unter solchem Drucke stehen, daß durch ihn eine kräftige Bewegung des vorhandenen plastischen Materials nach den spannungslosen Regionen der Pflanzenteile erzielt werden müsse. Und trotzdem läßt der eine und andere Physiologe durchblicken, daß man mit diesen Momenten allein zum mindesten nicht immer auskommen könne. So spricht schon Pfeffer die Vermutung aus, daß beim Stofftransport »aktive Bewegungen des Inhaltes« (der Zelle) eine Rolle spielen dürften.

Doch erst Hugo de Vries will diesen normal die Funktion des Stofftransportes übertragen. Er glaubt, daß jene Protoplasmabewegungen, die unter dem Namen der Zirkulation und Rotation bekannt sind, für den Stofftransport große Bedeutung haben. Will man solchen Massenbewegungen des Inhaltes die Vermittelung des Stofftransportes übertragen, so muß in erster Linie der Nachweis geleistet werden, daß Rotation und Zirkulation des Protoplasmas allgemein verbreitet sind, daß sie nicht nur, wie doch aus den bisherigen Untersuchungen hervorzugehen schien, einzelnen Spezies und da nur ganz beschränkten Teilen zukommen. Vor allem mußten diese protoplasmatischen Bewegungen als allgemein verbreitet in jenen Gewebspartien zu erweisen sein, welche man als Leitungsbahnen aufzufassen hat.

In erster Linie teilt Verf. seine Beobachtungen an *Tradescantia rosea* mit. »Im Juli,« schreibt er, »fand ich hier in kräftigen, über 70 cm hohen, reichlich blühenden Exemplaren die fraglichen Bewegungen überall, wo ich sie suchte. In den Leitzellen des Phloëms der Gefäßbündel zeigt der Inhalt die echte Rotation . . . . Die Geschwindigkeit war im Mittel 0,2—0,4 mm pro Minute. Ich verfolgte die Bewegung in den genannten Zellen in den jungen, nur halbwegs ausgewachsenen Zweigen, welche die Infloreszenzen trugen, in den jüngsten, ausgewachsenen, den mittleren und den ältesten Internodien des Stammes, im Mittelnerv des Blattes und in der Blattscheide, endlich im Rhizom und in den Wurzeln. In allen diesen Organen beobachtete ich gleichfalls die Bewegungen des Protoplasmas in den Parenchymzellen, teils in jenen, welche die Gefäßbündel am nächsten umgaben, teils in den entfernteren . . . . Im Rhizom waren fast sämtliche Zellen des innern Parenchyms reichlich mit großen schönen Amyloplasten, welche bereits große Stärkekörner gebildet hatten, erfüllt; zwischen diesen sah man überall das Protoplasma sich in engen Bahnen mit auffallender Geschwindigkeit bewegen; es war unmöglich, den Gedanken zurückzuweisen, daß in diesen Bahnen den Stärkebildnern das zu ihrer Thätigkeit erforderliche Material zugeführt wurde . . . .« Ähnliches ließ sich an einer Reihe anderer Pflanzen, an *Tropaeolum majus*, *Cucurbita Pepo*, *Elodea canadensis*, *Hydrocharis Morsus Ranae*, *Limnocharis Humboldtii* nachweisen. Überall war in den verschiedensten Organen die protoplasmatische Bewegung wahrnehmbar. In vielen andern Fällen war die Bewegung wenigstens in den Zellen jener Leitungsbahnen nachzu-

weisen, bald in Form der Rotation, bald als Zirkulation, diese Bewegungsform namentlich in den verschiedenen parenchymatischen Schichten in der Nähe des Gefäßbündel. Im ganzen nennt Verf. in seiner kleineren Arbeit etwa 40 Spezies, Angehörige ganz verschiedener Familien, welche in mehr oder weniger großer Ausdehnung ihrer Gewebe eine der beiden Bewegungsformen zeigen.

Leicht könnte es nun den Anschein gewinnen, als ob mit dieser neuen Stofftransporttheorie doch das nicht gewonnen werde, was in der Absicht liegt: die Erklärung einer raschen Stoffwanderung. Man mag ja entgegenhalten, daß auch bei der Bewegung der plastischen Stoffe unter dem Einfluß der Zirkulation oder Rotation nicht von einer Massenbewegung auf größere Entfernungen gesprochen werden könne, da diese ja namentlich im Leitungsparenchym durch die Zellwände verunmöglicht werde. Mindestens in diesem müßte in regelmäßigem Wechsel die Massenbewegung von der Molekularbewegung abgelöst werden. Damit würde aber wieder das Moment der Verzögerung der Bewegung eingeführt, das man doch umgehen möchte.

Uns scheint, es dürften die Vorstellungen von de Vries mit den neuesten Beobachtungen über den intercellularen Zusammenhang des Protoplasmas vereint die Ansicht rechtfertigen, daß die Wanderung plastischer Stoffe eine wirkliche Massenbewegung sei. In diesem Falle ergebe die mittlere Geschwindigkeit, welche de Vries für die Zirkulation feststellte, für den Stofftransport den Weg von etwa einem halben Meter in je 24 Stunden. Damit aber dürfte der Schnelligkeitsgrad erreicht sein, den man thatsächlich voraussetzen muß, wenn plastisches Material z. B. vom Entstehungsorte nach dem ferneren Verbrauchsorte geschafft wird.

R. K.

Biologie.

Neue Beobachtungen über den Blumenbesuch der Insekten.

Eine Arbeit von hervorragender Bedeutung hat die Pflanzenbiologie neuerdings zu verzeichnen in den Veröffentlichungen der Beobachtungen E. Loew's über die Insektenbesuche an den Freilandspflanzen des bot. Gartens zu Berlin[1]. Dieselben haben keinen geringeren Zweck, als die Blumenlehre Hermann Müller's nach der von ihm eingeschlagenen statistischen Methode einer erneuten Prüfung zu unterwerfen und weiter auszubauen. Daß dabei die Pflanzen des botanischen Gartens, also Pflanzen, die, von sehr verschiedener geographischer Abstammung, in auffälliger Weise gemischt erscheinen, gerade der Beobachtung unterworfen wurden, ist besonders wichtig, da ja das von H. Müller ermittelte gegen-

[1] Beobachtungen über den Blumenbesuch an Freilandspflanzen des botanischen Gartens zu Berlin, von E. Loew. (Jahrb. d. k. bot. Gart. zu Berlin 1884. III. 94 Seiten.)

seitige Verhältnis der Anpassung zwischen Blumen und Insekten (im deutschen Tieflande und den Alpen) doch zunächst nur für ein bestimmtes geographisches Gebiet gilt, welchem als ihrer gemeinsamen Heimat die Stammformen der gegenwärtig aufeinander angewiesenen Blumen und Insekten angehört haben. Die Beobachtung der Besuche einheimischer Insekten an den Bürgern verschiedener Florenbezirke mußte zeigen, wie weit das Gebiet sich erstreckt, in welchem die Anpassungsstufen dieser Insekten mit den von ihnen gekreuzten Blumen in Harmonie stehen und für welche Florenbürger dieselben disharmonieren. Die Beobachtungen Loew's umfassen gegen 2000 verschiedene Blumenbesuche von ca. 200 Insektenspezies an 578 im Freien kultivierten Pflanzen, woven in der vorliegenden Schrift nur die Besuche der (77) Apiden verwendet worden sind. Die Anordnung der Beobachtungen ist abweichend von der in H. Müller's Befr. d. Bl. und in dessen Alpenbl. nicht nach den Pflanzenspezies, sondern nach den beobachteten Insektenarten gewählt worden. Dies brachte es mit sich, daß die biologischen Verhältnisse und die Entwickelung der Insekten eine größere Berücksichtigung erfahren haben als in den genannten und einigen anderen vom Verf. öfter citierten Werken H. Müller's Die umfangreichen Abhandlungen H. Müller's über die Entwickelung der Blumenthätigkeit der Insekten[1], worin gleichfalls den Lebenseigentümlichkeiten der Insekten mehr Beachtung geschenkt worden ist, und einige kleinere Abhandlungen H. Müller's scheinen vom Verfasser nicht hinreichend berücksichtigt worden zu sein, sonst würde wenigstens der Vorwurf, daß die Rüssellänge der Blumenbesucher und das Niveau der Honigbergung in den Blumen einseitig zum leitenden Prinzip erhoben, das individuelle biologische (Nestbau, Flugzeit, vererbte Gewohnheiten etc.) dagegen nicht genügend in Rechnung gezogen sei — der einzige Punkt, bezüglich dessen der Verf. der Blumentheorie Müller's nicht zustimmt — eine Abschwächung erfahren haben.

In den Listen der Blumenbesuche, welche den einzelnen Arten der Insekten beigefügt sind, sind die betr. Pflanzen nach den Müller'schen Kategorien der Windblüten, Pollenblumen, Blumen mit offenem und verstecktem Honig, der Blumengesellschaften, der Fliegen-, Bienen- Falterblumen geordnet. Bei den einzelnen Blumenspezies, deren Besuch notiert wurde, ist sodann angegeben: die Farbe, die geographische Zone (I. europäisch-asiat. Waldgebiet, II. Mediterranländer und Orient, III. Amerika und Ostasien), Geschlecht des Insektes und Art der Ausbeutung seitens desselben, Datum der Beobachtung. Diesen Listen gehen vergleichende biologische und entwickelungsgeschichtliche Erörterungen und statistische Zusammenstellungen der Beobachtungen H. Müller's bezüglich der betr. Apiden-Gattung voraus.

Die speziellen Beobachtungsresultate bilden eine wertvolle Ergänzung der auf die gleichen Insekten und Pflanzen bezüglichen H. Müller's. Wir beschränken uns hier auf die wichtigeren allgemeinen Resultate.

Eine Totalübersicht der Beobachtungen gibt da zunächst die folgende Tabelle:

---

[1] Kosmos I. Jahrg. 1884. p. 204—215, 258—272, 351—370, 415—432.

Blumenauslese der Apiden im Bot. Garten (Besuche in ‰).

	Langrüsselige Bienen:	Honigbienen:	Kurzrüsselige Bienen:	Gesamtbesuche:
Pollenblumen	5	7	3	15
Blumen mit offenem Honig . . .	—	14	23	37
Blumen mit teilweise geborgenem Honig	21	25	18	64
Blumen mit völlig geborgenem Honig	30	47	26	103
Blumengesellschaften	168	55	79	302
Bienen- und Hummelblumen . . .	340	71	41	452
Falterblumen	14	8	5	27
	578	227	195	1000

Farbenauswahl der Apiden im Bot. Garten.

	Langrüsselige Bienen:	Honigbienen:	Kurzrüsselige Bienen:	Gesamtbesuche:
Hellfarbige Blumen	210	108	128	446
Dunkelfarbige Blumen	368	119	67	554
	578	227	195	1000

Danach besuchen die langrüsseligen Apiden (*Bombus, Psithyrus, Anthophora, Melecta, Osmia, Megachile, Anthidium, Heriades, Chelostoma, Stelis, Coelioxys*) fast ausschließlich Bienen- und Hummelblumen sowie Blumengesellschaften und zwar erstere Blumenform als die ihnen eigentümliche Anpassungsstufe doppelt so oft als letztere; ebenso bevorzugen sie die dunkeln Blumenfarben. Die Bienen mit kurzem Rüssel dagegen (*Panurgus, Dasypoda, Cilissa, Andrena, Halictus, Sphecodes, Prosopis*) suchen die Blumen mit flach geborgenem Honig in gleichem Grade wie die Blumengesellschaften auf. Ihre Besuche an Bienenblumen stehen um die Hälfte gegen die letzteren zurück. In gleichem Grade wie die langrüsseligen Bienen die dunkeln, bevorzugen sie die hellen Blumenfarben. *Apis* nimmt zwischen beiden Reihen eine interessante Mittelstellung ein, sowohl bezüglich der Blumenkategorien wie bezüglich der Blumenfarben. Die Besuche jeder Bienenkategorie an den verschiedenen Blumenformen bilden eine auf- und absteigende Reihe, die auf der betreffenden Anpassungsstufe ihren Maximalwert erreicht, deren Endglieder die Pollenblumen und die Falterblumen sind.

In bezug auf die geographische Herkunft der Pflanzen führten die statistischen Erörterungen zu folgenden Resultaten.

Unter je 100 Blumenbesuchen an Pflanzen derselben Zone fanden statt:

	An Pflanzen der I. Zone (mitteleurop.-asiat.). Besuche	An Pflanzen der II. Zone (südeurop.-oriental.). Besuche	An Pflanzen der III. Zone (nordamerik.-japanisch). Besuche
An Pollenblumen	1,9	0,6	0,6
Blumen mit offenem Honig	5,1	2,7	1,2
Blumen mit teilweise geborgenem Honig	8,8	5,3	—
Blumen mit völliger Honigbergung .	12,5	7,8	6,6
Blumengesellschaften	26,3	19,8	60,2
Bienen- und Hummelblumen . . .	44,1	62,7	21,1
Falterblumen	1,2	1,1	10,2
An hellfarbigen Blumen	47,3	29,8	58,8
An dunkelfarbigen Blumen	52,7	70,2	41,2

Es treffen also die im botanischen Garten fliegenden Apidenarten unter den fremdländischen Blumen eine andere Auswahl als unter den einheimischen. Sie wählen zwar die Blumenkategorien der südeuropäisch-orientalischen Pflanzen in derselben Reihenfolge aus wie die der mitteleuropäisch-asiatischen, aber die Bevorzugung der Bienen- und Hummelblumen und dementsprechend auch der dunkeln Blumenfarben ist eine fast um 20 % stärkere. Unter den Blumen amerikanischen Ursprungs sind es dagegen die hellfarbigen Blumengesellschaften, welche unseren einheimischen Bienen am anziehendsten erscheinen.

Diese Disharmonie, welche auch die Müller'sche Blumentheorie fordert, erklärt sich daraus, daß unter den im botanischen Garten kultivierten Gewächsen Nordamerikas die gelbgefärbten Kompositen an Zahl die Bienen- und Hummelblumen gleicher Abstammung überwogen, während bei den südeuropäisch-orientalischen Pflanzen die in disharmonischer Weise bevorzugten dunkelfarbigen Bienen- und Hummelblumen an Zahl überwiegen. Durch künstlich gesteigerte Zahl der Vertreter einer bestimmten Blumenkategorie kann somit die von den Apiden sonst streng festgehaltene Art ihrer Blumenauslese aus der gewohnten Bahn abgelenkt werden. Würden dieselben nordamerikanischen Pflanzen in das europäische Waldgebiet einwandern, so würde dies auf die Blumenauslese unserer einheimischen Insekten zweifellos einen ähnlichen Einfluß ausüben, wie er im botanischen Garten beobachtet wurde. Es liefert dieses Resultat eine neue experimentelle Stütze für einen Hauptsatz der Müller'schen Blumenlehre, wie denn überhaupt Verf. die sämtlichen Fundamentalthatsachen, auf welchen die Blumenlehre Müller's sich aufbaut, durch seine Beobachtungen bestätigt fand.

Bezüglich der nur aus bestimmten biologischen Ursachen erklärbaren verschiedenen Geschmacksrichtungen nahe verwandter und gleichrüsseliger Bienen hat Verf. manche zum Teil neue Beobachtungen gemacht und aus eben jenen Ursachen erklärt. Er nennt diese verschiedene Geschmacksrichtung Heterotropie und unterscheidet polytrope, oligotrope

und monotrope Insekten-Arten. Zu letzteren gehört z. B. die der Bestäubung von *Lythrum Salicaria* angepaßte *Cilissa melanura* (Vergl. auch Herm. Müller Die Entwickelung der Blumenthätigkeit der Insekten. Kosmos 1881 p. 355 etc.) Ludwig (Greiz).

Litteratur und Kritik.

1) Die Säugetiere in Wort und Bild. Von Karl Vogt und Friedrich Specht. München, Friedr. Bruckmann's Verlag, 1883. XXII, 440 S. Fol., mit 40 Vollbildern und 265 Bildern im Text. 42 Mk.

2) Die Säugetiere in ihrem Verhältnis zur Vorwelt. Von Oskar Schmidt, Prof. a. d. Univ. z. Straßburg. Mit 51 Abbildungen. VII, 200 S. kl. 8^{0}. (Internat. wissenschaftl. Bibliothek, 65. Band.) Leipzig, F. A. Brockhaus, 1884.

Zwei unserer bedeutendsten »Fach«-Zoologen haben sich fast gleichzeitig veranlaßt gesehen, mit eingehenden Bearbeitungen der höchsten Tierklasse, die für einen größeren Kreis von gebildeten Laien bestimmt sind, hervorzutreten. Bei aller Verschiedenheit sind beide Werke darin einig, daß sie dem Leser nicht einfach die Kenntnis der mannigfaltigen Einzelformen in möglichst natürlicher Gruppierung vermitteln, sondern vornehmlich auch einen Einblick in die Entwickelung und Differenzierung derselben aus ursprünglicheren Zuständen, aus gemeinsamen Stammformen eröffnen wollen, daß sie sich also voll und ganz auf den Boden der Deszendenzlehre stellen und deren hohen erklärenden Wert an jedem einzelnen Problem ins hellste Licht setzen. Wenn der deutsche Buchhandel solche Erscheinungen zu bieten wagt, so dürfen wir das gewiß freudig als das beste Zeichen dafür begrüßen, daß sich endlich auch in den tonangebenden Kreisen unserer gebildeten Welt nach dem vorübergehenden Rausche der Sechziger Jahre und der darauffolgenden langen Periode der Ernüchterung und Erschlaffung allmählich ein Umschwung vollzieht, dessen Folgen um so nachhaltiger und segensreicher sein werden, je sorgfältiger die Grundlagen dazu gelegt worden sind. Diese bedeutsame Aufgabe zu erfüllen sind die vorliegenden Werke beide in trefflichster Weise geeignet.

Ganz besonders gilt die oben ausgesprochene Anerkennung dem erstgenannten Prachtwerke, das sich seinen Platz im Kampfe mit dem Brehm'schen »Tierleben« erst erobern muß. Auf die Vorzüglichkeit und Eigenartigkeit seiner bildlichen Darstellungen haben wir bereits in unserer Anzeige der ersten Lieferungen (Kosmos XIII, 1883, S. 634) aufmerksam gemacht und wollen hier nur noch besonders betonen, daß sie an Naturtreue und Feinheit der Ausführung den besten Bildern unseres bisherigen standard work nicht nachstehen, an Beseeltheit, wenn dieser Ausdruck

erlaubt ist, manche der letzteren übertreffen. Nur an jenen anmutigen Familienbildern kleinerer Säugetiere, welche eine Zierde des »Brehm« bilden, fehlt es hier etwas; auch ist anderseits, für unseren Geschmack wenigstens, den Raubtieren zu viel Platz eingeräumt (nicht weniger als 9 Vollbilder und 68 Bilder im Text, von letzteren also nahezu 37 %!), doch rechtfertigt sich dies durch eine entsprechend ausführliche und dabei so meisterhafte Darstellung der erwähnten Ordnung im Text, daß wir nicht gern auch nur etwas davon missen möchten.

Der Plan des Ganzen, wie er durch den Text bestimmt wird, ist folgender: voraus geht eine allgemeine Einleitung von 12 doppelspaltigen Folioseiten, daran schließt sich die Besprechung der einzelnen Ordnungen in absteigender Stufenfolge. Dieselbe wird jeweils eröffnet durch eine knappe Charakteristik der Gruppe, die auch vor zoologischem Detail nicht zurückscheut, dennoch aber stets in der lebendigen, anziehenden Weise gehalten ist, wie sie wohl ein jeder aus C. Vogt's früheren Schriften kennt; dann werden uns zumeist in Anlehnung an die Abbildungen typische Vertreter der grösseren Formenkreise nach Gestalt, Nahrung, Lebensweise u. s. w. vorgeführt; zum Schlusse folgt ein Abschnitt über die geographische Verbreitung, welche, wo dies überhaupt gegenwärtig schon möglich ist, mit den bekannt gewordenen fossilen Vorläufern in Zusammenhang gebracht und durch diese erläutert wird.

So sehr wir nun überall und in jeder Hinsicht den guten Geschmack des geehrten Herrn Verfassers, die Leichtigkeit der Darstellung bei vollkommener Wahrung der wissenschaftlichen Solidität, die konsequente und überzeugende Durchführung des deszendenztheoretischen Standpunktes schätzen und bewundern, welche im Bunde mit den Leistungen eines echten Künstlers ein nahezu mustergültiges Werk geschaffen, so müssen wir doch leider bezweifeln, ob der Text und insbesondere die an sich vortreffliche Einleitung viele zum wirklichen Verständnis vordringende Leser finden wird. Wenn das Werk nicht etwa nur zur Zierde des Salontisches dienen soll, um gelegentlich von flüchtiger Hand nach den pikantesten Tierszenen durchblättert zu werden — und dazu hat wohl der berühmte Genfer Zoologe nicht so viel Liebe und Sorgfalt an seine Arbeit gewendet — so durfte es unbedingt nicht so grundsätzlich vor anatomischen Abbildungen zurückschrecken. Kein Schädel, kein Skelett, kein Zahn ist dargestellt, noch viel weniger eine Hand- oder Fußwurzel, ein Gehirn, ein Uterus oder dergleichen, und doch ist von alledem im Text die Rede, wo auch Ausdrücke wie Pulpa, Naht, Stirnhöhlen etc. ohne nähere Erklärung auftauchen. Mag es auch angezeigt gewesen sein, in der gleichzeitig erschienenen französischen und italienischen Ausgabe des Buches solche »uneleganten« Sachen wegzulassen — der deutsche gebildete Leser, und nicht bloß der Schulmeister, würde eine reichliche Zugabe anatomischer Veranschaulichungen gewiß nur mit lebhaftem Danke entgegengenommen haben. Man darf dem Durchschnittspublikum eines derartigen Werkes freilich nicht zumuten, daß es zum Verständnis desselben nebenbei ein Lehrbuch der Zoologie studiere — auch gibt's ja solche auf der Leihbibliothek noch nicht — wohl aber werden sich die meisten das Bild eines Hundegebisses, eines Hasenschädels mit Aufmerk-

samkeit betrachten, wenn sie es gleich neben der Beschreibung haben, und jeder freut sich, dasselbe dann auch einmal in natura zu untersuchen und mit Text und Abbildung zu vergleichen. — Wir glauben dem Verfasser wie dem Verleger die ausgiebige Berücksichtigung dieses Wunsches bei einer neuen Auflage nicht dringend genug anempfehlen zu können.

Noch sei endlich auf einige Stellen aufmerksam gemacht, wo uns der Verfasser die gewohnte Vorsicht etwas bei Seite gesetzt zu haben scheint. S. XIV der Einleitung wird daran erinnert, daß die embryonale Form der Säugetierextremität »auf alle Fälle die eines Ruderfußes ist, dessen Daumen ein wenig absteht und dessen Zehen durch eine Haut verbunden sind«. Daraus wird nun ohne weiteres der »Schluß« gezogen, »daß die Schwimmfüße der Biber, Fischottern, Robben, kurz aller wasserlebenden Säugetiere den ursprünglichen Charakter beibehalten haben« — was hier unmöglich anders verstanden werden kann, als daß die Vorfahren der Wassersäugetiere auch sämtlich Ruderfüße, niemals getrennte Finger besessen hätten, besonders da gleich darauf am Fledermausflügel erläutert wird, wie auch dieser »nur ein im Hinblick auf das umgebende Element in besonderer Art und Weise entwickeltes Schwimmruder ist, welches, von den Dimensionen abgesehen, keine weitere Umbildung erlitten hat«. Konsequenterweise gilt denn auch die Hand mit abstehendem Daumen als »ursprüngliche Form«, als »ein sehr altes Gebilde«: — »wie könnten die Beutelratten und Fingerbeutler, welche mit die niedrigste Stufe der Säuger einnehmen, Hände haben, wenn diese Organe die letzte und höchste Entwickelungsstufe der Gliedmaßen verträten?« Könnte man nicht mit demselben Rechte aus den verhältnismässig großen Augen beim Embryo den Schluß ziehen wollen, die Nachttiere mit großen Augen hätten darin einen ursprünglichen, d. h. voreltlerlichen Charakter bewahrt? Oder: wie könnten die Kloakentiere, welche die allerniedrigste Stufe der Säuger einnehmen, zahnlos sein, wenn Zahnlosigkeit erst durch allmähliche Reduktion eines vollständigen Gebisses entstanden sein sollte? — Dieselbe vorschnelle Folgerung, daß man bei niedrig stehenden Formen auch die einzelnen Organe auf niedrigster Stufe der Ausbildung antreffen müsse, liegt auch einem Ausspruch auf S. XVI zu Grunde: anerkanntermaßen konserviert das Milchgebiß im allgemeinen ältere Charaktere, welche im bleibenden Gebiß neueren Erwerbungen Platz machen; da nun bei den Beuteltieren nur ein einziger Zahn (der letzte Lückzahn) gewechselt wird, so »beweist dies, daß der Zahntausch gewiß eine erworbene Einrichtung ist«, d. h. also, daß die Ursäugetiere nur bleibende (wahrscheinlich beständig fortwachsende) Zähne hatten. Bekanntlich sind andere Forscher, wie Flower, Huxley u. s. w. zu dem gerade entgegengesetzten Schluß gekommen, daß jener eine Wechselzahn nicht der Vorbote des ganzen Milchgebisses der höheren Formen, sondern vielmehr der letzte Rest eines solchen sei. Diese Ansicht, die uns in der That die einzig denkbare ist, hätte zum mindesten erwähnt werden müssen. — Gegen den Vorschlag, außer den Wallace'schen tiergeographischen Regionen noch eine cirkumpolare anzunehmen und Madagaskar und die Antillen ebenfalls zum Range von Regionen zu

erheben, wird sich nicht viel einwenden lassen, nur müßte dann wohl dasselbe mit Neuseeland geschehen; jedenfalls aber ist der Vergleich zwischen der Insel Trinidad und Großbritannien, welche so grundverschiedene tiergeographische Beziehungen zu ihren Nachbarkontinenten zeigen sollen, ein sehr unglücklich gewähltes Beispiel: beides sind in Wirklichkeit »kontinentale« Inseln, erst verhältnismäßig spät von ihren Hinterländern abgetrennt und daher von ähnlichen oder gleichen Tieren bevölkert wie letztere; erst jenseits Trinidad ist die Grenze der brasilianischen Subregion zu ziehen, wie es auch WALLACE gethan hat (vergl. auch die Aufzählung der wichtigsten Säugetiere dieser Insel, nach J. KUMEL, in Kosmos 1884, II, S. 467).

Es sei uns gestattet, nach diesen wenigen Ausstellungen noch einmal unserer aufrichtigen Freude über das prächtige Werk Ausdruck zu geben, dem wir die weiteste Verbreitung und recht bald eine neue Auflage wünschen, in welcher den erwähnten Mängeln leicht abzuhelfen sein wird.

Wesentlich enger begrenzt ist das Ziel, welches sich O. SCHMIDT in seinem kleinen Buche gesteckt hat. Dasselbe setzt die Kenntnis der Thatsachen, die ein Werk wie das eben besprochene bietet, schon voraus und will nun, wie der Titel besagt, insbesondere die Ergebnisse der neueren paläontologischen Forschungen verwerten, um die verwandtschaftlichen Zusammenhänge und die Herkunft unserer Säugetierwelt zu erklären; es bildet daher eine höchst willkommene Ergänzung zu jenem, worin zugleich »die Belege für die Notwendigkeit, die Wahrheit und den Wert des Darwinismus als der Begründung der Abstammungslehre auf einem beschränkten Felde erweitert und bis in die neueste Zeit fortgeführt werden« (Vorwort). So werden denn in der Einleitung namentlich »Die Erweiterung des paläontologischen Wissens seit CUVIER« und »Die Schichtenreihe der Tertiärformationen« eingehend besprochen, zuvor aber noch ein Abschnitt den »Konvergenzerscheinungen« gewidmet, welche den Verf. (wie auch C. VOGT) zu der Überzeugung führen, daß mehrere unserer Säugetierordnungen von zwei oder mehr Urstämmen abzuleiten, daß sie also auch nicht im strengen Sinne natürliche, auf gemeinsame Abstammung begründete Gruppen sind — ein Satz, den VOGT z. B. für die Beuteltiere, die Insektenfresser, die Karnivoren, die Halbaffen ausführlich nachweist, für einige andere, auch die Affen, wenigstens wahrscheinlich macht. In der »Speziellen Vergleichung der lebenden Säugetiere und ihrer Vorfahren«, welche den Hauptteil des Buches ausmacht, sind naturgemäß die Huftiere am eingehendsten behandelt, nächst ihnen die Fleischfresser; gar zu kurz sind doch wohl, auch gerade mit Rücksicht auf ihre fossilen Vertreter, die Insektenfresser, Nager, Fledermäuse, Halbaffen und Affen mit zusammen bloß 6 Seiten weggekommen. Gerne würde man dem trefflichen Erzähler noch länger zuhören; das Ganze liest sich in der That wie ein spannendes Kapitel aus der Kulturgeschichte: beständig wird auf die lebenden Formen zurückgegriffen und unsere Phantasie aufs geschickteste angeregt, sich die zerstreuten Reste untergegangener Geschlechter mit Fleisch und Blut zu umkleiden und in den

fröhlichen Kindern der Gegenwart den Spuren ihrer ältesten Vorfahren nachzuforschen. Natürlich kommen dabei oft schon recht verwickelte Einzelheiten der Bezahnung, der Gliedmaßenumbildung u. s. w. zur Sprache; allein wir sind überzeugt, wer sich erst einmal etwas in die wissenschaftliche Ausdrucksweise hineingelesen hat, der wird bald mit Genuß den geistvollen Darlegungen des Verf. folgen können, um so mehr, als hier die wichtigsten Formverhältnisse durch zahlreiche gute Holzschnitte veranschaulicht sind (nur Fig. 31, Tapirschädel, ist als nicht ganz befriedigend zu bezeichnen). Ob freilich die Lebhaftigkeit der Schilderung nicht manchmal die Gefahr mit sich bringt, den Leser zu falschen Vorstellungen zu verleiten, möchten wir nicht überall verneinen; so z. B., wenn Verf. S. 178 angesichts der merkwürdigen Dinoceraten ausruft: . . . sie sind »überhaupt Zeugnis von jener unglaublichen Üppigkeit, man möchte sagen Petulanz der organischen Zeugungskraft, welcher die spättertiäre und diluviale Periode des Niedergangs und die heutige Zeit einer gewissen Stabilität der anorganischen und organischen Welt gefolgt ist. In letzterer aber erblicken wir eine der Vorbedingungen der morphologischen und sozialen Entfaltung der Menschheit«. Aber das sind vereinzelte wilde Schößlinge an einem lustig grünenden Baum, der voll der einladendsten Früchte hängt. — Daß auch dies Buch (gleich dem Vogt-Specht'schen Werke) mit einem vollständigen Namen- und Sachregister schließt, braucht ja glücklicherweise heutzutage auch von deutschen wissenschaftlichen Erscheinungen kaum mehr als besonderer Vorzug hervorgehoben zu werden. B. V.

Unsere Erde. Astronomische und physische Geographie. Eine Vorhalle zur Länder- und Völkerkunde. Von A. Jakob, k. Realschulrektor. M. 100 Holzschn., 26 Vollbildern u. 1 Spektraltaf. in Farbendruck. Freiburg i. B., Herder'sche Verlagshandlung 1883. XII, 485 S. gr. 8^{0}. (M. 8.) (Aus: »Illustrierte Bibliothek der Länder- und Völkerkunde«.)

Dies Buch empfiehlt sich durch mancherlei Vorzüge, vor allem durch vortreffliche Austattung und klare, angenehm belebte Darstellung, welche zumeist recht gut die Mitte zu halten weiß zwischen pedantischer Vollständigkeit und oberflächlicher Leichtigkeit; der Verf. erörtert gerne einander widersprechende Meinungen, ohne sich einseitig bestimmten Theorien hinzugeben. Von der Schilderung der Erde als eines »Sterns unter Sternen« werden wir zur Lufthülle der Erde übergeleitet, wobei auch der wichtigsten meteorologischen Fragen gedacht wird; dann folgt das Meer und sein organisches Leben, darauf »Die Kontinentalwelt«, d. h. allgemeine Geologie, Geogonie und Geographie, und zuletzt »Der Mensch«. Mit der Auswahl der zahlreichen Abbildungen können wir uns nicht durchweg einverstanden erklären; viele darunter, auch Vollbilder, sind entweder schlecht kopiert (vgl. S. 381, Die Viktoriafälle des Sambesi) oder geradezu falsch und willkürlich komponiert (vgl. S. 238, Schwimmende Eisberge), oder sie dienen gar nicht zur Erläuterung des Textes und

scheinen nur der Ausschmückung wegen da zu sein. Auch der Text fordert im einzelnen zu mancherlei Ausstellungen heraus, doch wollen wir uns mit Hervorhebung des wichtigsten begnügen: die Erde hat für den Verf. in letzter Linie doch nur als Wohnstätte des Menschen Bedeutung; auf ihn werden alle möglichen Erscheinungen bezogen, und getreu diesem Standpunkte lautet denn auch gar oft die Antwort auf die Frage: warum ist dies so? nicht etwa: weil, sondern: damit! So S. 217: »Das Kochsalz muß im Meere in so unermeßlicher Menge vorhanden sein, damit es dem Lande nicht fehle. Es kann hiernach nicht überraschen, wenn man am Schluß des Buches die Ansicht vertreten findet, der Mensch stehe ohne Zusammenhang mit der übrigen Lebewelt auf der Erde, die Deszendenzlehre sei gänzlich unbegründet, auch die Annahme einer über 5—7000 Jahre zurückreichenden Existenz des Menschen schwebe völlig in der Luft: nicht die Wissenschaft, sondern Offenbarungshaß sei die Triebfeder der »Affentheorie« u. s. w. Es ist eine betrübende Erscheinung, daß der Verf., der sich in den vorhergehenden Kapiteln als ein Mann von höchst vielseitiger Bildung und gutem Geschmack bewiesen, auf diesem Gebiete sich gar nicht scheut, teilweise ein arges Mißverständnis der Entwickelungslehre zu verraten und zu verdächtigenden hämischen Ausfällen gegen die Anhänger derselben seine Zuflucht zu nehmen. Eine dergestalt ad usum delphini, bezw. einer in jesuitischem Geiste geleiteten Schule zugestutzte Wissenschaft verdient die schärfste Verurteilung, mag sie auch in noch so harmlosem und verlockendem Gewande auftreten. B. V.

Notizen.

In der interessanten Abhandlung von TH. CURTI: „Die Entstehung der Sprache durch Nachahmung des Schalles“ (Kosmos, Nov.—Dez. v. J.) wird darauf hingewiesen (p. 329), daß mit der Nachahmung des Donners sich „die Vorstellung von dem Flammen des Himmelsgewölbes verbunden haben“ möchte, oder mit der Nachahmung des Rauschens auch die Vorstellung von dem fließenden Wasser. — Dürfte nicht dieser Gedankengang sich weiter dahin verfolgen lassen, daß selbst diejenigen Wurzelworte auf Lautnachahmung beruhen könnten, von denen man es auf den ersten Anblick am allerwenigsten voraussetzen möchte, nämlich die Farbenbezeichnungen?! Die Laute eines roten Vogels z. B., oder je nach den Erdgegenden verschiedene Laute verschiedener solcher Vögel, könnten zu Wortwurzeln für die Farbe der Erzeuger solcher Laute geworden sein. —

TYLOR's („Einleitung in d. Stud. der Anthropol. etc.“) die Sprache behandelnden Kapitel haben eine Kritik von WALLACE (Nature, v. XXIV. 14./7. 81) veranlaßt, welche die ganz überwiegende Bedeutung der Lautnachahmung hervorhebt und durch eine große Anzahl mannigfacher englischer Worte belegt, die noch gegenwärtig diese Bedeutung sofort erkennen lassen. Unter deutschen Worten möchten wir als Beispiel nur Sieden hinzufügen. W—N.

Ausgegeben den 1. April 1885.

Leslie Stephen

und die wissenschaftliche Begründung der Moral.

Von

B. Carneri.

Diesem Manne müssen wir eine eigene Abhandlung widmen. Nicht nur ist sein Buch »The science of Ethics«[1] die bedeutendste Erscheinung der Neuzeit auf ethischem Gebiete: unserer Überzeugung nach ist dieses Werk ganz danach angethan, die große Frage, inwieweit oder ob überhaupt eine streng wissenschaftliche Begründung der Moral möglich sei, endgültig zum Abschluß zu bringen. In unserer Grundlegung der Ethik haben wir im letzten Abschnitt die übersichtliche Zusammenstellung der englischen Leistungen mit HENRY SIDGWICK's The methods of Ethics[2] abgeschlossen, welcher diese Möglichkeit entschieden in Abrede stellt. Wir stimmen insofern ihm zu, als auch nach unserer Ansicht die Moral im engern Sinn bei dem Umstande, daß sie meist auf unerweisliche Annahmen sich stützt, und bei den großen Wandlungen, die sie nach Ort und Zeit durchmacht, nur historisch zu erklären und als beabsichtigte Selbstvervollkommnung des einzelnen eher eine Kunst zu nennen ist. Die Unterscheidung zwischen einer idealen Moral, wie sie nämlich sein sollte, und der wirklichen Moral, wie sie thatsächlich ist, hilft — wie LESLIE STEPHEN ganz richtig erkennt — über die Schwierigkeit nicht hinweg, die in der Begründung der Moral, in diesem Falle der idealen Moral, liegt; abgesehen davon, daß die wirkliche Moral nicht bloß tiefer steht als die sogenannte ideale, sondern mit dieser sogar oft in Widerspruch gerät. Wir werden im weiteren Verfolg dieser Abhandlung zeigen, wie LESLIE STEPHEN, vom Mute sprechend, den Ausdruck »Moral im engeren Sinn« selbst gebraucht und diesen Begriff mit der ganzen Klarheit seines seltenen Geistes erfaßt. Von da zu unserer systematischen Unterscheidung zwischen Moral im engeren und Moral im weiteren Sinn hätte er kaum einen Schritt, wie überhaupt sein ganzes Werk in der Anlage wie in der Durchführung reich ist an Gesichtspunkten und Aussprüchen, welche wir als

[1] London, Smith, Elder and Co. 1882.
[2] London, Macmillan and Co., second edition. 1877.

wertvolle Bestätigungen unserer Auffassung der Ethik begrüßen. Daß er in dem Schritte, der ihn ganz auf unseren Standpunkt versetzen würde, mitten inne hält, hat sicherlich teilweise darin seinen Grund, daß der englischen Sprache, wie es auch bei den romanischen Sprachen der Fall ist, kein Wort zu Gebot steht, das wie der Ausdruck Sittlichkeit für die Moral im weiteren Sinn sich vorbehalten ließe und im Gegensatz zur Moral, die nur den guten und bösen Menschen ins Auge faßt, auch den gesunden, starken und schönen Menschen umspannen würde. Jedoch der Mangel eines Ausdrucks ist, wie wir bereits angedeutet haben, noch nicht der Mangel eines Begriffs und eine konsequente Trennung der Moral im weiteren von der Moral im engeren Sinn würde zu einem vollständigen Auseinanderhalten der Ausdrücke Ethik und Moral führen und das mißliche Erfinden eines neuen Wortes als unnötig herausstellen.

Diese Bemerkungen glaubten wir vorausschicken zu sollen, ehe wir zur Darstellung der uns vorliegenden Lehre schreiten; und um dies letztere bei der Reichhaltigkeit des Materials einerseits und der uns durch den engbegrenzten Raum dieser Besprechung gebotenen Kürze anderseits mit genügender Klarheit bewerkstelligen zu können, wollen wir mit einer Charakterisierung des Standpunktes beginnen, den Leslie Stephen einnimmt. Er entspricht vollständig dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft. Als konsequenter Anhänger der Entwickelungslehre sieht der Autor gänzlich ab von aller Metaphysik und verschmäht auch jede Anlehnung an eine wie immer geartete Psychologie sowie an deren Erweiterung zur Soziologie. Mit großer Ausführlichkeit behandelt er die schwankenden Grundlagen dieser Hilfslehren und nimmt keinen Anstand, auch die Physiologie, zumal die ihm obliegenden Untersuchungen anlangend, als einen dunkeln Weg zu bezeichnen. Der Idealismus, den er im Sinne Berkeley's als Spiritualismus auffaßt, gilt ihm als das andere Extrem des Materialismus, welcher wie jener mehr wissen will, als der Mensch wissen kann. Für ihn gibt es nur genetische Erklärungen, und als echter Evolutionist (S. 80) betrachtet er die vom Darwinismus gezogenen Schranken als unverschiebbar, allein ohne darum — was immer auch unser Grundsatz gewesen ist — die Gesetze des rohen »Kampfes ums Dasein« auf die innere Fortentwickelung der Wesen anzuwenden, welche, insofern ihr Thun und Lassen von Bewußtsein begleitet ist, Zwecke sich zu setzen in der Lage sind. Fühlen und Denken betrachtet er als identisch und betreffs des Willens bekennt er sich zum reinsten Determinismus. Beim Meiden der Unlust wie beim Suchen der Lust, worauf er alle Motive zurückführt, gilt ihm der Mensch als allein vom Gefühl, das aber nicht immer von Reflexion begleitet zu sein braucht, geleitet, und kommt seiner Terminologie gemäß, nur wo es um Entferntes oder Zukünftiges sich handelt, die Vernunft ins Spiel.

Ausdrücklich verwahrt er sich dagegen, daß aus seinem Gebrauch des Wortes »Wissenschaft« die Annahme gefolgert werde, »es könne heute oder je in Zukunft eine Wissenschaft der Menschennatur der Genauigkeit und Gewißheit der exakten Wissenschaften nahe kommen.« (S. 20.) Auf Grund der erwiesenen Gleichförmigkeit in der Natur und der Ver-

läßlichkeit der Statistik gibt er die Möglichkeit einer Auffindung sozialer Gesetze zu, aber nur wenn das Ganze in seinem Zusammenhang untersucht wird. Nur wenn wir die menschliche Gesellschaft selbst als einen Teil der einheitlich zusammenhängenden Welt betrachten, können wir die Entwickelung der moralischen Gefühle in einer Weise erfassen, welche uns ihre Wandelbarkeit nicht als eine willkürliche, sondern als eine die Regel erhärtende Ausnahme erscheinen läßt. Den Zufall nennt er ausdrücklich »eine Bezeichnung für Unwissenheit« (S. 58), insofern in gewisser Beziehung kein Unterschied sei zwischen dem Fallen eines Steines und dem Handeln eines denkenden Wesens. Aber gegenüber den Planeten, »welche ununterbrochen Gleichungen ausarbeiten«, sind denkende Wesen durch die Unzahl der auf sie einwirkenden Motive so unerwarteten Abweichungen von ihren Bahnen ausgesetzt, daß alles Vorhersagen eitel ist. Nur im großen und ganzen können wir annehmen, »daß die Vernunft Einheitlichkeit bringt in die gesamte Lebensführung und daß sie uns untersagt, auf kosten des Wichtigeren nichtigen Gegenständen nachzujagen, indem sie die verschiedenen Triebe, anstatt ihnen zu gestatten, abwechselnd vereinzelt vorzugehen, einer wechselseitigen Kontrolle unterwirft. Die eigentliche Art, in der unsere durch Vernunftgründe und Affekte bewegte Natur sich entwickelt, schließt diese beständige Zentralisierung in sich, pari passu mit unserer Vernunft fortschreitend in der Zusammengesetztheit unseres Denkens und Fühlens.« (S. 72.)

Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir, insoweit wir klare, adäquate Vorstellungen und Begriffe haben, nur in Gemäßheit derselben handeln können. Die große Frage ist nur: wie wir derart uns entwickeln, daß wir zwischen Wichtigem und Nichtigem unterscheiden? Eine der glänzendsten Partien des vorliegenden Werkes ist die Erklärung, wie allmählich die typischen Naturen sich bilden, in welchen die einzelnen Arten zur Mustergültigkeit sich entwickeln. In dem Beispiel von der Erfindung des Bogens (S. 74 ff.) zeigt sich der Evolutionist in seiner ganzen Überlegenheit gegenüber allen nicht genetischen Erklärungsversuchen. In einer jedem Kinde einleuchtenden Weise wird uns dargethan, wie aus den unbehilflichsten Anfängen — Holz und Sehne — durch die praktische Anwendung und allmähliche Anpassung an ursprünglich gar nicht beabsichtigte Benützungsarten notwendig ein vorzüglicher und unvermeidlich auch schöner Bogen zu stande kommen mußte, der für den Volksstamm, welcher seines Besitzes sich erfreute, eine mächtige Garantie des Fortbestandes bildete. Seine Güte konnte keiner berechnen, aber jeder fühlte sie heraus, sowie daß alle Abweichung von diesem Typus fehlerhaft wäre. Jede Annahme von etwas absolut oder überhaupt Gutem und Schlechtem erkennen wir da in ihrer ganzen Sinnlosigkeit, weil wir mit Augen sehen, daß alles einzelne nur in Beziehung auf eine bestimmte Gesamtheit gut oder schlecht genannt werden kann und daß die typische Vollendung ohne a priori-Gesetz oder Kenntnis eines Endzwecks erreicht wird. Was man so gern als Endzweck bezeichnet, tritt in vielen Fällen nicht einmal erst später zu Tage; es verdankt vielmehr seine Entstehung den allmählich werdenden Mitteln.

Die Gefühle der Lust und Unlust fallen auch für Leslie Stephen

direkt oder indirekt mit den Begriffen nützlich und schädlich, in letzter Linie lebenerhaltend und lebenzerstörend zusammen; aber er nimmt jede Gelegenheit wahr, um darzuthun, daß alle Versuche der Utilitarier, im Wege einer Berechnung die Einzelfälle unerschütterlich festzustellen, mißlingen müssen. Was als Vorteil angenommen wird, ist oft in Wahrheit so sehr ein Nachteil, daß nur Heuchelei von einem Vorteil reden kann. In der schmerzlichsten Aufopferung kann einer unter Umständen eine tiefinnere Glückseligkeit finden, die er aber nie als für ihn vorteilhaft bezeichnen wird. Nur im großen und ganzen klappt das Prinzip; daher langt er mit der allgemeinen Evolutionslehre weit besser aus. Allein die Kasuistik, in die er dabei fortwährend verfällt, führt auch ihn von einer »perplexity« in die andere, woraus er übrigens kein Hehl macht und vielmehr mit einer Bescheidenheit, die an Darwin erinnert, das Unzulängliche seiner Methode wiederholt eingesteht. Dabei befindet er sich oft — wenigstens unserer Ansicht nach — weit mehr, denn er selbst meint, auf dem richtigen Wege. Das prinzipielle Moment, das nur von einem höheren als dem rein moralischen Standpunkt sich begründen läßt, faßt er klar ins Auge; aber er behandelt es unter Einem mit den Vorschriften der Moral im engeren Sinn, welche naturgemäß einer allgemeinen prinzipiellen Ableitung widerstreben. Von dieser unserer Überzeugung können wir nicht lassen, sind uns aber dabei vollkommen bewußt, daß erst eine spätere Geschichte der Ethik darüber entscheiden kann, ob wir damit im Recht sind.

Mit dem unserer Ausdrucksweise gemäß mehr moralistischen als rein ethischen Standpunkt des verehrten Autors bringen wir es wollen oder nicht wollen in Zusammenhang, daß er dem Charakter eine Abänderungsfähigkeit anmutet, die wir ihm nicht zusprechen können. In diesem Stück stehen wir gänzlich auf Schopenhauer's Seite, so wenig wir auch im übrigen mit diesem genialen Denker übereinstimmen. Gewiß wird der Charakter durch die Erziehung und in der Schule des Lebens erheblich modifiziert, insbesondere gefestigt oder verwaschen; aber der er ursprünglich bei der Geburt ist, in seinem Grundzuge bleibt er sich gleich bis in den Tod. Auf diesem unwandelbaren inneren Kern beruht die Möglichkeit seiner Festigkeit, die ja auch unser Autor als notwendig anerkennt, wenn überhaupt von einer sittlichen Lebensführung die Rede sein soll. Der Charakter ist, wie beim vorzüglichen Bogen die Holzart, das Material, aus dem ein moralischer Typus sich herausbildet. Aber unter den Menschen gibt es eben auch unbrauchbares Material, dagegen das »Sollen« des Moralisten machtlos abprallt. Die den Bogen zu seiner Vollendung gebracht haben, ließen sich's gewiß nicht beikommen, zu sagen: aus dieser bestimmten Holzart »soll« ein guter Bogen zustande kommen. Durch Beizen und andere Zubereitungen ließe sich gewiß auch ein minder geeignetes Holz geeigneter machen; allein aus nicht richtigem Holz wäre sicherlich niemals ein guter Bogen geworden. Dieser einfachen Wahrheit verschließen sich die eigentlichen Moralisten; daher ihr tiefer Kummer über die verderbte Welt, die sie für unverbesserlich halten, weil ihre so gut gemeinten Lehren nicht bei allen Menschen Gehör finden.

Hier müssen wir gleich bemerken, daß unserem Autor, der eine durch und durch ethisch angelegte Natur ist, nichts ferner liegt als dieser einseitige Standpunkt. Weder gehört er zu den Schwärmern, welche an eine schließliche Beglückung aller Erdenbewohner glauben, noch sucht er seiner Lehre dadurch größeren Anhang zu verschaffen, daß er eine solche Möglichkeit wenigstens durchblicken ließe. Die Konsequenzen, die aus der Deszendenzlehre sich ergeben, acceptiert er rückhaltslos und weiß, daß, wo alle Fortbildung eine natürliche ist, auch die natürliche Rückbildung nicht ausgeschlossen sein kann. Legt er auch hin und wieder auf angeborene Keime vielleicht ein zu großes Gewicht — eine Annahme, die unschwer überflüssig gemacht wird durch eine Erweiterung des Begriffs Funktion, als eines Zusammenwirkens von Elementen, welche für sich allein die später sich entwickelnde Fähigkeit nicht einmal latent in sich enthalten: — daß beim Menschen die alte Bestie jeden Moment wieder zum Vorschein kommen kann, sagt er ausdrücklich und mit einer edlen Glückseligkeit der größtmöglichen Anzahl weiß er vollauf sich zu bescheiden. Ebenso faßt er die Bildung des Charakters als echter Evolutionist im großen Stil auf, indem er nicht beim Individuum stehen bleibt, sondern auf den Charakter der Rasse den Accent legt und von diesem auf das übergeht, was er das Gewebe der Gesellschaft nennt.

Diese Partie gehört zu den bedeutendsten des vorliegenden Werkes und wir gestehen frei, daß es ihr gelungen ist, unseren Begriff von der menschlichen Gesellschaft in rein ethischer Beziehung, und daher auch von ihrem Verhältnis zum Staate, in welchem wir die Ermöglichung sittlicher Zustände erblicken, erheblich zu modifizieren. Eine Behandlung der sozialen Entwickelung, wie wir sie bei Leslie Stephen finden, haben wir uns einfach nie träumen lassen. Seine Darlegung des Altruismus ist meisterhaft, und was er gegen den Egoismus sagt, unterschreiben wir alles, wenn wir auch nicht umhin können, im Altruismus nichts anderes zu erblicken als einen veredelten Egoismus. Ein Handeln des Menschen gegen die eigene Natur gibt es für Leslie Stephen sowenig als für uns, und wollten wir da ihm entgegentreten, so brächten wir es nicht über einen eiteln Wortstreit. Noch nirgends haben wir wie bei ihm den Begriff des Ganzen, in welchem die Erklärung der psychischen wie der sozialen Funktionen gipfelt, so völlig in unserem Sinn erfaßt gefunden. Er sagt: »Die Schwierigkeit beginnt erst recht sich zu zeigen, sobald wir die Gesellschaft nicht als ein mechanisches Aggregat, sondern als ein organisches Ganzes in Betracht ziehen. In diesem Falle können wir nicht die Wirksamkeit des Ganzen als die einfache Summe getrennter Kräfte ansehen.« (S. 94.) Er erläutert dies an dem Beispiel eines Heeres, dessen Wirksamkeit teils auf der Kraft der Krieger, teils auf der Disziplin beruht. Verdoppeln wir die Kraft der Einzelnen, so wird die Marschtüchtigkeit des Heeres bloß verdoppelt, während durch eine Erhöhung des militärischen Geistes eine Wirkung erzielt wird, die in einer einfachen Multiplikation ihren wahren Ausdruck nicht findet. Allerdings wird aus den Individuen die Gesellschaft gebildet; jedoch die Entwickelung des sozialen Charakters der Gesellschaft wirkt auf die

Individuen zurück mit der Macht eines höheren Ganzen, nicht nur deren Lebensführung bestimmend, sondern auch den Charakter derselben nach Möglichkeit sich anpassend.

Die Familie wird, den übrigen Associationsformen nicht koordinierbar, als das Hauptorgan — main organ — der Moralität in treffender Weise aufgefaßt ihrer eigentlichen Wesenheit nach, durch welche sie die Kohäsionskräfte des sozialen Gewebes repräsentiert. Durch diese Grundlage dokumentiert sich die Gesellschaft selbst als eine natürliche Entwickelung, und in dieser Bedeutung, nicht ausgehend vom Naturmenschen, spricht Leslie Stephen von einem natürlichen Moralgesetz und auf Grund dessen von einer natürlichen Moralität. Die bloße Furcht würde nur ein temporäres Band geben, das beim leisesten Anstoß von außen zerreißen müßte. »Je ausgebreiteter die Struktur des Gewebes ist, desto größer ist die Zahl und Kraft der Instinkte, welche ins Spiel kommen müssen. Alles, was die Loyalität, der Patriotismus, die Achtung vor der Ordnung, das wechselseitige Vertrauen von Mann zu Mann in sich begreifen, ist wesentlich für die Einheitlichkeit des sozialen Organismus.« (S. 142.) Das Moralgesetz, das nicht für einzelne Klassen der Gesellschaft, sondern für alle jene Geltung hat, die zu einer gewissen Stufe der Entwickelung gelangt sind, ist in dieser Beziehung eine »Festsetzung der Bedingungen oder eines Teils der Bedingungen, welche für die Lebensfähigkeit des sozialen Gewebes unerläßlich sind«. (S. 148.) Diese paar Worte sprechen die ganze Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit der Moral aus; sie zeigen aber auch, wieso überall, wo es zu einer wenngleich noch so dürftigen Entwickelung sozialer Verhältnisse gekommen ist, eine Art Moral entstehen mußte. Was die moralische Gesetzgebung von jeder anderen unterscheidet, ist ihre Innerlichkeit, welcher unser Autor den konzisesten Ausdruck gibt in der Gegenüberstellung: daß, wenn es sonst heißt: »handle so« — es in der Moral: »sei so« — lautet. Die Fortentwickelung dieses Grundsatzes bedeutet den moralischen Fortschritt. Anfänglich wurde das Töten, der Ehebruch verboten und erst viel später der Haß, die Begierde als verabscheuungswürdig gebrandmarkt, für welche höhere Auffassung in früheren Zeiten das Verständnis gefehlt hätte. Darum heißt es im vorliegenden Werke ganz richtig: »Solang wir innerhalb der Schranken einer wissenschaftlichen Untersuchung bleiben, müssen wir zugeben, daß der Einfluß des größten Sittenlehrers nicht von dessen Autorität, sondern von der Kongenialität seiner Lehren und der Gefühle abhängt, welche das soziale Medium bereits durchdrungen haben. Er hat einen Erfolg, nur insoweit sein Unterricht in Einklang sich befindet mit den herrschenden Instinkten.« (S. 152.)

Spricht aber dies nicht in überwältigender Weise dafür, daß die Moral im engeren Sinn eine bloße Kunst und daß die wissenschaftliche Begründung ihres obersten Grundsatzes einem umfassenderen Gebiete zu überlassen sei, das mit dem ganzen Menschen und folglich, wenngleich nur im allgemeinen, auch mit dem guten Menschen sich beschäftigt? In der That wäre auch das vorliegende Werk durch das Umfassen beider Gebiete weit mehr eine Ethik in unserem Sinn denn eine bloße Moral, wenn es nicht vorherrschend auf den Standpunkt des

»Sollens« sich stellen und für die Vernunft einen allzuweiten Spielraum ansprechen würde. Die Vernunft hat nur insofern Macht über die Affekte, als sie andere Affekte gegen sie ins Feld führt. Was uns da über den Mut, die Keuschheit, die Mäßigkeit, die Wahrhaftigkeit und die Gerechtigkeit vorgetragen wird, ist alles vortrefflich; allein, worauf es ankommt, ist nicht das Was, sondern das Wie — wie nämlich der Mensch zur Tugend kommt. Die Gründe, aus welchen der Gesundheit vor der Glückseligkeit, als allgemeinem Ziel, der Vorzug gegeben wird, sind sehr gewichtig und niemand wird es bestreiten, daß eine gesunde Staatsverfassung und gesunde gesellschaftliche Zustände nicht nur überaus wünschenswert, sondern zugleich Begriffe sind, über deren Inhalt ein Dissens kaum denkbar ist. Besonders durch diesen letzteren Umstand ist der verehrte Autor entschieden im Vorteil gegenüber jedem, der die Glückseligkeit als das Ziel der Menschheit bezeichnet; denn es unterliegt keinem Zweifel, daß dieses Ziel in der veschiedensten, oft widersprechendsten Weise verstanden wird. Wir gehen noch weiter und geben sogar zu, daß, obwohl der Nachweis, es könne schließlich nur jene Glückseligkeit, welche sich auf den Altruismus gründet, die Oberhand gewinnen, leicht zu erbringen ist, dennoch die Kompliziertheit dieser näheren Bestimmung des Zieles eine Schattenseite ist, welche die Zustimmung erschwert. Allein der aus dem Selbsterhaltungstrieb notwendig sich entwickelnde Glückseligkeitstrieb wohnt nicht nur jeder Menschenbrust inne; er überbietet in seiner Unvertilgbarkeit alle anderen Triebe und leitet uns nicht wie ein »Sollen«, dem man folgen und auch nicht folgen kann, sondern drängt uns wie ein »Müssen«, gegen das es eine Auflehnung gar nicht gibt, auf den richtigen Weg. Für uns ist nicht die Tugend der Weg, der zur Glückseligkeit führt; es ist dies ein Weg, der nur zu leicht verlassen wird: für uns ist der Glückseligkeitstrieb der Weg, der unser ganzes Wesen vervollkommnet und dadurch uns zur Tugend führt. Allerdings haben wir da nicht bloß den guten, sondern überhaupt den vernünftigen, folglich auch gesunden, starken und schönen Menschen im Auge. Es ist vom Standpunkt der Moral im engeren Sinn ganz richtig, wenn es im vorliegenden Werke heißt: »Wir sagen nicht, daß ein Mensch gut sei, weil er acht hat auf seine Verdauung oder sich's zum Grundsatz gemacht hat, täglich für ein gewisses Maß an Bewegung zu sorgen. Es gilt dies nicht als moralisch, obwohl wir es klug nennen mögen, denn es ist vereinbar mit Selbstsucht, Grausamkeit, Falschheit und anderen bösen Eigenschaften.« (S. 170.) Die eigentliche Moral ist eben an eine enge Begrenzung des Begriffs gut gebunden. Dadurch schafft sie ihm auch die Isoliertheit, in der er sich wie etwas der Menschennatur Fremdes ausnimmt. Allein der ethisch erhobene Mensch erblickt, abgesehen davon, daß man auch, um anderen Gutes thun zu können, sich selbst zu erhalten hat, in der Pflege der eigenen Gesundheit eine sittliche Pflicht und betrachtet die Vernachlässigung der Gesundheit, welche in der von der Moral hochgehaltenen Askese bis zur Verfolgung der Gesundheit sich versteigt, als geradezu sittlich verwerflich. Und wenn wir nicht bloß vom gesundheitlich entwickelten, sondern auch vom schönen Menschen reden, so

verstehen wir darunter den ästhetisch herangebildeten, der im Kunstsinn ein wesentliches Moment sittlicher Erhebung erblickt.

Von der Stärke und Schönheit heißt es S. 182 ausdrücklich, daß sie »in keinerlei bestimmter Verbindung mit der Moral stehen«. Gewiß; aber eben darum ist der Unterschied, der zwischen Moral und Ethik besteht, ein sehr großer; und eben darum hat Leslie Stephen vollkommen recht in seiner Bekämpfung des Utilitarismus, insofern die Tugend durch keinen Nutzen sich darf bestimmen lassen. Und ebenso hat er — vom rein moralischen Standpunkt aus — recht, wenn ihm die Glückseligkeit nicht als die richtige Bezeichnung des menschlichen Hauptzieles erscheint; ganz dasselbe gilt übrigens von der Gesundheit. Aber wie soll — so lautet schließlich die Frage — wie soll der Mensch, sobald er sich auf den rein moralischen Standpunkt stellt, der Tugend folgen? »Die Sympathie treibt ihn dazu.« Gut. Aber gerade die treffende Bemerkung: »Der Mangel an Sympathie ist auch ein intellektueller Mangel« — (S. 232) zeigt uns diese Seelenbewegung in demselben Lichte, in welchem auch wir gewohnt sind, sie zu betrachten. Nicht von Haus aus ist sie dem Menschen eigen; dem sie inne wohnt, bei dem hat die sittliche Entwickelung schon begonnen. Mit einer richtigen Klärung der Intelligenz klären sich auch die Seelenbewegungen und der Glückseligkeitstrieb ist es, der uns lehrt, das Ich in ein Ich und Du aufzulösen und zum Wir zu erweitern. Wir können eben nur im Verein mit anderen Menschen wahrhaft glücklich sein. Je mehr dann durch die soziale Fortbildung unser Empfinden sich verfeinert, desto empfänglicher werden wir für fremde Freuden und Leiden. Sieht der Utilitarismus gänzlich ab von einer anderen Welt, in welcher die sogenannten Ungerechtigkeiten dieses Lebens ausgeglichen werden, so kann er nur mittels logischer Verrenkungen die Selbstaufopferung erklären, was Sidgwick unwiderleglich dargethan hat. Vom Standpunkt der Glückseligkeit ist die Sache ganz einfach: der für das Wohl eines andern Gut und Blut hingibt, findet eben darin sein höchstes Glück und zwar mit Hintansetzung aller Vorteile, die das Leben ihm noch bieten könnte. Da entfällt auch alle Kasuistik; denn während der Moralist fragt: hätte er nicht auch anders handeln können? — sagt der Ethiker einfach: nur in einem andern Falle, oder wenn er selbst ein anderer gewesen wäre, hätte er anders gehandelt.

So fällt übrigens schließlich auch immer das Urteil unseres verehrten Autors aus, und in erfreulichstem Gegensatz zu allen bisherigen Moralisten an der Hand seiner rein evolutionistischen Grundsätze die schwierige Frage der Verpflichtung (S. 218) untersuchend, gelangt er zur Antwort: daß durch den Altruismus das Individuum empfänglich wird für den Druck, den auf es die Gesellschaft ausübt; daß die Form dieses Druckes das Verdienst ist; und daß der Charakterzug, der dem Individuum eingeprägt zu werden hat, Gewissen heißt. Wir wollen versuchen, mit ausreichender Klarheit diese meisterhafte Darlegung wiederzugeben, in welcher der Autor, weit entfernt, nach Art der eigentlichen Moralisten von jedem Menschen zu fordern, daß er tugendhaft sein »soll«, den nach unseren Begriffen rein ethischen Standpunkt einnimmt und uns

zeigt, unter welchen Umständen der Mensch tugendhaft sein kann. Die Aufgabe ist eine sehr schwierige, weil die erschöpfenden Ausführungen, auf Andeutungen reduziert, einen großen Teil ihrer beweisenden Kraft einbüßen. Es genügt nicht, das allein hervorzuheben, womit wir nicht völlig übereinstimmen, und alles, wogegen wir nichts einzuwenden haben, als uns befriedigend zu bezeichnen. Der Leser wünscht wenigstens beiläufig zu wissen, inwiefern auch er zustimmen könne; und besonders bei der genetischen Methode, welche auf die Art der Entstehung das Hauptgewicht legt, haben oft die unscheinbarsten Details die Bedeutung von Übergängen. Darum werden wir vor allem bestrebt sein, die Grundgedanken des Verfassers mit voller Treue wiederzugeben. Inwieweit der Begriff der Verpflichtung mit einem konsequenten Determinismus vereinbar sei, d. h. was von der landläufigen Vorstellung der Verpflichtung bei mangelnder Wahlfreiheit übrig bleibt, werden wir beim Abschnitt über das Verdienst anmerken und beginnen mit dem Altruismus.

Für den vorliegenden Zweck ist es gleichgültig, ob man, wie wir es thun, den Staat als den Rahmen betrachtet, innerhalb dessen allein die Gesellschaft zu einem Organismus sich gestaltet, der die sittlichen, wie der menschliche Organismus die psychischen Erscheinungen ermöglicht; oder ob man nach dem Beispiel Leslie Stephen's auf dem Wege der Evolution die Gesellschaft aus sich selbst zu einem solchen Organismus sich konsolidieren läßt. In beiden Fällen ist der Prozeß ein ganz allmählich und unbeabsichtigt vor sich gehender. Die Gesellschaft wird zu einem Ganzen, das als solches Subjektivität erlangt und dem einzelnen bald als Subjekt, bald als Objekt sich gegenüberstellt, wie dies bei den einzelnen untereinander der Fall ist. Was auf den untersten Stufen der Entwickelung in roher Weise, sozusagen nur tierisch geschah, konnte erst bei einem gewissen Grade von Bildung mit vollem Bewußtsein auftreten. Um mit dem Autor zu reden: »Ich muß stellvertretender Begriffe fähig sein, um über Objekt und Subjekt zusammenhängend denken und zwischen beiden wesentlich unterscheiden zu können.« — »Versetze Dich in seine Lage — ist nicht bloß ein Gebot der Moral; es ist eine logische Bestimmung, im frühesten Keimen der Vernunft enthalten, gleichsam ein Bild des vernünftigen Denkens selbst, insofern es mit anderen empfindenden Wesen zu thun hat.« — »In dieser Beziehung haben Sympathie und Vernunft ein identisches Moment: die eine enthält die andere.« (S. 230.) Auf diese Weise und durch eine scharfe Unterscheidung zwischen äußeren und inneren Motiven — eine Strafe kann nur aus äußeren Motiven gewünscht werden (S. 234) — gelangt er zu einem Altruismus, der richtiger nicht begründet werden könnte. Am Beispiel Philipp Sidney's, der den Becher Wasser dem verwundeten Soldaten gibt, anstatt den eigenen tödlichen Durst zu löschen, läßt er den Altruismus in klarster Weise als das erscheinen, was er ist. »Sidney's Haltung ist, wie die des größten Egoisten, nur durch seine eigenen Empfindungen bestimmt; aber in seinem Fall haben die sympathischen Gefühle ein so großes Teil an der Bestimmung seines Thuns, daß das Mitleid stärker ist als der Durst.« (S. 240.) Es ist der veredelte Egoismus, der da zum Durchbruch kommt. Der gemeine Egoist hätte

den Becher selbst geleert. Das leitende ausschlaggebende Motiv ist ein inneres, einem Ich entspringend, das in einem andern Ich sich ergänzt fühlt. Sidney hätte gar nicht so handeln können, wenn das Selbsttrinken ihn mehr beseligt haben würde, obwohl es ihm sicherlich nützlicher gewesen wäre. Wie der bloße Nutzen, vermag der eigentliche Egoismus das ganze Problem nicht zu lösen, und treffend ruft Leslie Stephen (S. 263) aus: »Um vernünftig zu sein, muß man der Sympathie fähig sein; um durch und durch und systematisch ein Egoist zu sein, muß man ein Idiot sein.«

Den Altruismus halten wir nur für anfechtbar, wenn er behauptet, mit dem Egoismus gar nichts gemein zu haben, und diesen absolut verwirft, was dem streng moralischen Standpunkt nur zu nahe liegt. Dann ist es aber ein Leichtes, ihm zu beweisen, daß er entweder unmöglich ist, weil niemand der eigenen Natur entgegen handeln kann, oder daß er nur eine Maske des Egoismus bildet, folglich, wenn dieser verwerflich ist, als unaufrichtig womöglich noch verwerflicher sein müsse. Auf Grund der Argumente, deren die Moral gemeinhin sich bedient, ist Sidgwick widerspruchslos dahin gekommen, alle auf Nützlichkeit oder Glückseligkeit basierten Systeme durch die Bank als hedonistische zu bezeichnen. Wie der Altruismus in dem vorliegenden Werke behandelt ist, bietet er dem kritischsten Geiste keinen Angriffspunkt dar. Ein Gleiches können wir nicht von dem Abschnitt über das Verdienst sagen. Auch da gilt's, der Wahrheit die ganze Ehre zu geben. Wie wir dort herzhaft das egoistische Moment auf uns nahmen, so haben wir hier auch auf den leeren Namen zu verzichten, sobald wir kein Recht haben, die Sache selbst anzusprechen. Die Tugend wird nur um so klarer leuchten. Wenn es ausdrücklich hieße: der tugendhafte große Mann, der dem Vaterlande durch sein Beispiel wie durch seine Thaten wichtige Dienste erweist, macht sich um sein Vaterland verdient und dieses ist ihm für das, was es ihm verdankt, zu Dank verpflichtet — so hätten wir nichts dagegen einzuwenden. Wir bestreiten einem solchen Manne nicht die Berechtigung, in erhebender Weise seiner edlen Thatkraft sich zu erfreuen, wie der Schöne seiner Formen, der Starke seiner Muskeln, der Gesunde des richtigen Funktionierens seines Organismus von Herzen froh zu werden alles Recht hat, solange er sich nicht einbildet, es sei dies etwas, woran er selbst ein besonderes Verdienst habe. An der Thatsache, so zu sein, ist der eine genau so unschuldig als der andere. Der althergebrachte Begriff des eigenen Verdienstes ist mit der Entwickelungslehre unvereinbar. Er war allerdings fälschlich auf die Annahme einer Willensfreiheit als Wahlfreiheit gegründet, und dem Scharfsinn unseres verehrten Autors ist es nicht entgangen, daß bei einer eigentlichen Wahlfreiheit, die keinen Charakter, auf den ein Verlaß wäre, zuließe und das entsetzlichste moralische Chaos zur Folge hätte, noch weniger von einem Verdienste, ja von gar keiner Tugend mehr die Rede sein könnte. Nichtsdestoweniger ist der althergebrachte Begriff des Verdienstes auf die Willensfreiheit und zwar als Wahlfreiheit gegründet, die ihren genialsten Vertreter auf aristotelischer Grundlage in Thomas von Aquin gefunden

hat. Der Wert dieses Begriffes lag hauptsächlich in der Anwartschaft auf eine Belohnung in einer die sogenannten Ungerechtigkeiten dieser Welt ausgleichenden zweiten Welt. Er ist durch und durch ein auf Glauben beruhender religiöser Begriff.

Gewiß ist dies nicht der Fall bei dem Verdienste, den das vorliegende Werk aufrecht hält. Darum sagten wir: es bleibe von der Sache nur der leere Name übrig. Begründet wird es hier ausschließlich mit dem Charakter, was ganz richtig ist: aber weil der Selbstausbildung des Charakters ein zu großer Spielraum gelassen wird, so gewinnt die Sache den Anschein, als hätte es jeder oder fast jeder in der Hand, seine Verdienstlichkeit zu erhöhen. Wir leugnen nicht vollständig die Möglichkeit einer Selbstfortbildung des Charakters. Bei glücklicher Anlage, günstigen Verhältnissen und vortrefflicher Erziehung kann allerdings Einer zu einer so klargedachten und gefühlswarmen Erkenntnis des Vorzuges gelangen, den echte Sittlichkeit vor allem Übrigen hat, daß diese Erkenntnis ihm zu einem durch nichts bezwingbaren Motive wird, welches ihn für seine ganze Zukunft auf die Bahn der Läuterung und Stählung seines Charakters bringt. Doch dieser Fall ist ein zu seltener, als daß nach ihm die durchschnittliche Bedeutung des Charakters beurteilt werden könnte; und ein sittlich derart erhobener Mensch wäre gewiß der letzte, die Unzählbarkeit der Ursachen zu verkennen, die bei seiner Entwickelung mitgewirkt haben, oder gar ein Verdienst sich zuzuschreiben, welches irgend eine Belohnung erheischen würde.

Wie vorurteilsfrei übrigens Leslie Stephen über den Lohn denkt, geht am klarsten aus folgenden Worten hervor. »Erstens steht das Verdienst offenbar in engstem Zusammenhang mit der Tugend. Caeteris paribus können wir annehmen, daß es mit ihr in einem bestimmten Verhältnis steht. Der Mann ist der verdienstvollste, der unter denselben Bedingungen der tugendhafteste ist, und die Haltung, welche zu ihrem Zustandekommen die meiste Tugend erheischt, ist die verdienstvollste. Zweitens scheint das Verdienst auf irgend eine Vergeltung hinzuweisen. Insofern einer verdienstvoll ist, hat er einen Anspruch auf eine Anerkennung seitens der Genossen — nach manchen Systemen einen Anspruch auf die Gerechtigkeit seines Schöpfers. Es wird sogar — auf gewissen Stufen des Aberglaubens — angenommen, daß er einen Anspruch erlangen könne, welcher sich einem anderen gutschreiben läßt.« (S. 266.) Hierauf geht der Autor auf die Genesis dieser Anschauung über und zeigt uns, wie natürlich es ist, daß wir, insoweit wir am moralischen Gefühl beteiligt sind, auch wünschen, daß die Tugend angeregt, daher belohnt werde. Zumal solang das Gesetz lautete: Handle so! — fühlte niemand sich genötigt, nach den Motiven des Handelnden zu fragen. Ich wünsche, daß mir keiner den Hals abschneide, und kümmere mich wenig darum, ob einer durch die Furcht vor dem Galgen oder der Hölle oder durch die Erwartung einer Bezahlung oder durch bloße Sympathie für meine Person davon abgehalten wird. Als mit der Entwickelung der Moral das Gesetz die Form: Sei so! — annahm, begann man zwischen den Motiven zu unterscheiden und jenen Motiven Anerkennung zu zollen, welche wirklich auf Moral beruhten. Es galt nicht mehr als gleichgültig,

ob einer nur durch äußere Beweggründe oder ob er aus seinem Innern heraus, aus Menschlichkeit es unterließ, seinem Nächsten den Hals abzuschneiden. Allein dieser Fortschritt schloß nicht die Abschaffung der anderen Motive in sich; er hatte nur zur Folge, daß sie weniger hervortraten. Ich wünsche noch immer, daß mir der Hals nicht abgeschnitten werde, folglich daß man den Galgen beibehalten, aber möglichst selten brauchen möge, kurz ich unterscheide beim Verdienst zwischen zweierlei Personen. »Nur derjenige, sage ich, ist verdienstvoll, der aus inneren Motiven thut, was ein anderer nur thun kann aus äußeren Motiven.« (S. 267.)

Damit ist diese Moral genetisch und historisch vollkommen erklärt, welche durch die Erkenntnis: daß der Mensch nur insofern ein Verdienst hat, als er zum Tugendhaftsein organisiert ist, — nicht gehindert wird, einen gewissen Anspruch demjenigen zuzuerkennen, der aus eigenem Antrieb oder unentgeltlich eine Haltung beobachtet hat, die ein anderer nur gegen Entgelt oder infolge von Drohung und Zwang beobachtet haben würde. Eigentlich werden in dieser Weise beide auf eine Stufe gestellt. Wir nehmen aber keinen Anstand, diese Moral zu billigen, und erklären unumwunden, daß die Menschheit durch das Aufgeben dieses Standpunktes thöricht handeln würde. Die Menschheit wird zur Person im Staate wie in der Gesellschaft, und diese würden dadurch einfach ihren Untergang herbeiführen, solang für die weit überwiegende Mehrzahl der Menschen, auch ganz abgesehen von der Frage des Verdienstes, Lohn und Strafe entscheidende Motive sind bei all ihrem Thun und Lassen. Ja wir gehen weiter und geben auch zu, daß Logik darin liegt, sobald einer mit einer bestimmten physischen oder geistigen Arbeit, die er zu leisten fähig ist, so und soviel sich verdient, auch jenem einen Lohn oder wenigstens eine Anerkennung zuzusprechen, der seiner Leistungsfähigkeit oder Organisierung gemäß moralisch handelt. Beide sind danach, und allein darauf kommt's an. Es fragt sich nur, ob Verdienst der richtige Ausdruck ist auch für den, der etwas umsonst thut? Umsonst heißt nämlich für nichts, und da die bloße Anerkennung auch ein Lohn ist, so handelt nur der, welcher auch auf diese verzichtet, wirklich umsonst. Hierher gehört das Beispiel eines gläubigen Helden, der die vom Vaterlande ihm zugedachte Verherrlichung mit den Worten ablehnt: Ich habe kein Verdienst; die Ehre ist allein Gottes, der mir zum Sieg verholfen hat. — Ist dies nicht ein erhabener Standpunkt, und ist er nicht noch erhabener bei Menschen, für die es nur ein Kausalgesetz gibt und bei welchen jeder Verdacht, sie könnten auf eine Vergeltung im Jenseits hoffen, gänzlich ausgeschlossen ist? Und solche Menschen gibt es. Ob wir dann sagen: sie handeln ihrer Natur gemäß, weil die ihnen eigene Sympathie sie nicht anders handeln läßt oder weil ihr Glückseligkeitstrieb danach entwickelt ist, sind zwei verschiedene Ausdrücke für dieselbe Sache, für den Fall nämlich, in welchem der Begriff Verdienst keinen Sinn mehr hat, weil vom rein sittlichen Standpunkt der davon unzertrennliche Begriff Vergeltung vollständig entfällt. Höchstens könnte man sagen, die Sache kehre sich um: der Lohn gehe der That vorher, weil er in

der Glückseligkeit liegt, die diesen Trieb oder diese Sympathie kennzeichnet. Die Tugend wird dabei nur reiner und ebenso die Verpflichtung, die auf keinerlei Vergeltung mehr beruht, sondern auf dem allerinnersten Motiv, indem sie als identisch mit dem Glückseligkeitstrieb oder der Sympathie sich erweist. Es liegt im Charakter des ethisch erhobenen Menschen, seinen inneren Wert zu bemessen nach der Höhe seiner Verpflichtungen gegen sich selbst, seinen Nächsten, sein Vaterland und die Menschheit überhaupt.

Daß unser Autor Determinist und zwar vom reinsten Wasser ist, haben wir bereits hervorgehoben. Angelangt beim Abschnitt über den freien Willen, von welchem im Kapitel über das Verdienst gehandelt wird, wollen wir ein paar charakteristische Stellen anführen, welche sich auf die Verantwortlichkeit beziehen. Daß keiner, der auf Selbständigkeit Anspruch macht und in der Gesellschaft als ein ganzer Mensch mitzählen will, je es ablehnen wird, der Thäter seiner eigenen Thaten zu sein, ist ihm so klar wie jedem klardenkenden Deterministen, und mit aller Entschiedenheit tritt er der Anschauung entgegen, daß die Verantwortlichkeit die Willensfreiheit in sich schließe, d. h. daß der Mensch, der nur für das, was er selbst verursacht, verantwortlich gemacht werden könne, aufhöre, selbst Ursache zu sein, sobald er unbedingt dem allgemeinen Kausalgesetz unterworfen ist. »Ich bin für das verantwortlich, und für das allein, was ich verursache. Enthebt mich von dieser Verantwortung die Thatsache, daß ich selbst verursacht bin? Das leugne ich. Der Charakter eines Menschen ist, was er ist: daran wird nichts dadurch geändert, daß er, gleich jedem Ding im Weltall, geworden ist in Gemäßheit bestimmbarer Gesetze, anstatt auf Grund eines Wunders ins Dasein gesprungen zu sein. Gewisse Eigenschaften des Charakters sind Tugenden und dies nicht weniger darum, weil sie abhängig sind von Bedingungen. Das Kriterium des Verdienstes oder der Verantwortlichkeit liegt in der Abhängigkeit der Lebensführung vom Charakter, und dies gilt, solang der Charakter die wahre nächste Ursache der Lebensführung ist. Ein Mensch ist nicht verantwortlich, wenn seine Hand das Werkzeug eines anderen Menschen ist; er ist verantwortlich, so oft er bewegt wird durch den eigenen Willen. Ich vermindere nicht seine Verantwortlichkeit, wenn ich Ursache bin, daß er handelt, sondern allein wenn ich Ursache bin, daß er unwillkürlich handelt. Insoweit ich einen Menschen kenne und Motive zur Anwendung bringe, welche ihn zum Handeln bestimmen, kann gesagt werden, daß ich sein Verhalten bewirke; aber ich vermindere nicht seine Verantwortlichkeit. Gebe ich einem Mann einen halben Kronthaler, damit er meinen Feind erschieße, so ist er darum nicht weniger ein brutaler Mörder. Seine Verantwortlichkeit bemißt sich nach der Schuld, um einen halben Kronthaler einen Mord zu begehen. Ich habe nur die Thatsache, daß er ein wildes Tier ist, zum Vorschein gebracht und natürlich auch das Anwachsen seiner viehischen Beschaffenheit ermutigt. Meine Schuld an dem Mord ist dieselbe, als hätte ich selbst die Waffe benutzt; seine Schuld ist dieselbe, als wäre anstatt meiner Bestechung die Beraubung des Opfers sein Beweg-

grund gewesen.« (S. 285 und 286.) Kommt ein solcher Mensch zur klaren Erkenntnis seiner Schlechtigkeit, so wird er auch nicht sagen: Was habe ich gethan! — sondern ausrufen: Was für ein Mensch bin ich!

Wir hoffen zur Genüge gezeigt zu haben, daß Leslie Stephen das Verdienst nicht nimmt im gemeinen Sinn, sondern als identisch mit der Tugend. Daß die praktische Moral zu einer leicht faßlichen Begründung der Verantwortlichkeit des Ausdrucks Verdienst nicht entraten könne, mag sein: sie stellt das Verdienst der Schuld gegenüber. Die Ethik hat es auf seine wahre Bedeutung zu bringen, als identisch mit der Tugend nachzuweisen und zur Vermeidung von Mißverständnissen aus den höheren sittlichen Begriffen es auszuscheiden. Wie die Schuld Entsetzen über sich selbst, Reue bis zur Verzweiflung hervorruft, so ist der reine Ausdruck des Verdienstes Glückseligkeit, die darum ebenfalls identisch ist mit der Tugend. Der wohlverstandene Glückseligkeitstrieb führt von selbst zur Tugend: die Wirkung ist in der Ursache enthalten. Der richtige Glückseligkeitstrieb aber erheischt eine hochentwickelte Empfindungsfähigkeit, und damit gelangen wir zu dem herrlichen Abschnitt über den effort, die Anstrengung oder Selbstüberwindung, ohne die es echte Tugend nicht gibt. Mit seiner ganz einzigen Klarheit löst unser Autor den Widerspruch, der in dem Satze liegt, zu welchem die Vorstellung des Verdienstes führt: daß Tugend Anstrengung voraussetzt, aber am reinsten ist, wenn sie ohne Anstrengung in die Erscheinung tritt. Der Empfindungslose, den nichts reizt, kann auf keine Tugend Anspruch machen; sie ist allein der Lohn desjenigen, der jeden Reiz begreift, aber auf Grund veredelter Affekte handelt und im großen und ganzen — uns schwebt da kein Ideal vor — nur gut handeln kann. Wie von zwei Männern, die eine gleichschwere Last heben, jener der stärkere ist, der es sozusagen spielend, ohne die Anstrengung thut, welche für den Durchschnittsmenschen damit verbunden ist, und nicht der dabei am ganzen Leib erzitternde, bis in die Stirne sich rötende und nach den Satzungen der landläufigen Moral, in welcher der Kampf gegen Versuchung eine große Rolle spielt, verdienstvollere: so ist der sittlich erhobene Mensch tugendhaft, weil seine ganze Natur danach ist und er nur auf diesem Wege sich wahrhaft glücklich fühlt. »Insofern daher die Anstrengung als ein Symptom genommen wird, daß einer der Verführung überhaupt zugänglich ist, gehört die Anstrengung wesentlich zur Tugend. Nimmt man aber bei den Begierden eine bestimmte Stärke an, so wird bei einem, je tugendhafter er ist, desto geringer in einem gegebenen Falle die Anstrengung sein, weil nämlich bei ihm die Begierden um so harmonischer veredelt sind. Wobei wir nur noch anmerken, daß kein menschliches Wesen absolut oder unendlich tugendhaft sein kann.« (S. 303.)

Selbstverständlich wird, sobald die Tugend zum natürlichen Habitus geworden ist, die Liebe zur Tugend zu einem mächtigen Motiv. Der sich klärende Glückseligkeitstrieb erhebt sich als Wille des Guten zur Vernunft, zur sittlichen Erkenntnis. In seinem Begriff der Sympathie findet unser Autor den vollsten Ausdruck für die Einheit von

Fühlen und Denken. »Ein Mann, der fühlen könnte, ohne zu denken, oder denken, ohne zu fühlen, ist ein unbegreifliches Wesen, und wir haben mit ihm nicht mehr zu thun denn ein gewöhnlicher Geometer mit einem vierdimensionalen Raum.« (S. 306.) Beim Wahnsinnigen ist diese Einheit gestört; infolgedessen weiß er nicht nur nicht, sondern will er auch nicht, was er will: sein Wille ist frei und darum ist er nicht verantwortlich zu machen. Reden wir von der tugendhaften Haltung eines Vernünftigen, so meinen wir, daß seine Lebensführung einen festen Halt und eine eigene Lenkung hat, daß er normaler Seelenbewegungen sich erfreut und in Wahrheit von seinem Charakter bestimmt wird. »Dies wird einfach verdreht durch die Annahme, daß der Mensch frei zu sein habe, nicht nur von jedem äußeren Zwang, sondern auch frei gegenüber dem eigenen Charakter; daß seine Gefühle nicht bloß wechselseitig sich zu regeln, sondern gänzlich unterdrückt zu werden haben durch irgend eine ewige Macht; endlich daß er nicht bloß vernünftig, sondern aus abstrakten Vernunftgründen zu handeln habe, anstatt aus den konkreten Antrieben geregelter Affekte.« (S. 310.) Damit geht Leslie Stephen zur Erklärung des Gewissens über, das er S. 248 als das dritte Problem — die zwei anderen sind der Altruismus und das Verdienst — bezeichnet, welches die »Theorie der Verpflichtung« umfaßt und Antwort gibt auf die Frage: »Welches ist die Natur des Charakters, der dem Individuum eingeprägt zu werden hat?«

Wir nehmen hier den Charakter in dem vom Autor adoptierten weiteren Sinn und anerkennen mit ihm das Gewissen als eine Macht, die auf unsere Lebensführung einen entscheidenden Einfluß ausübt, aber nur durch die Umgebung und Heranbildung erworben wird, nicht ein bestimmtes Etwas im Menschen, sondern dessen ganzer Charakter ist. Das Gewissen ist keine eigene Fähigkeit. Was ihm zum Grunde liegt, ist das allgemeine, aber tiefinnere Unterscheiden von gut und böse. Nicht darauf kommt's an, welches die Moral oder ob sie überall dieselbe sei, was sie durchaus nicht ist, sondern daß man überhaupt innerhalb der Schranken eines Moralgesetzes aufwachse, ohne das der Mensch ein wildes Tier bleibt. »Der Wert eines jeden Triebes ist bedingt durch seine Stelle im ganzen Charakter, und es ist dies nichts Willkürliches in dem Sinne, in welchem es willkürlich wäre, wenn wir in verständlicher Weise vom Menschen reden könnten als von etwas aus verschiedenen Vermögen Aufgebautem, deren jedes sich beliebig entfernen ließe, ohne daß daraus eine Veränderung der ganzen Organisation sich ergeben würde.« (S. 332.) Durch diese Auffassung, die allein der einheitlichen Entwickelungslehre entspricht, wird es auch allein erklärlich, wieso das Gewissen eine Macht entfaltet, die durch nichts zu vertilgen ist. Wir müßten damit unser ganzes Selbst aufgeben; und weil unser Selbst, gleichviel mit welchem Erfolge, in seinem innersten Streben mit dem Streben der Gesellschaft, in der wir leben, sich identifiziert, so ist uns die Achtung derjenigen, die wir als die Besten in unserer Welt erkennen, unentbehrlich und wird sie neben der Sympathie und dem Altruismus zum wertvollsten Motiv für unser Handeln. Das ästhetische

Moment, das im Heroismus, in der Uneigennützigkeit, in der Einfalt liegt, weckt unsere Bewunderung und wir bilden uns Ideale, die uns zu Leitsternen werden. Gerade wenn man sich ganz klar darüber wird, daß es ein Verdienst im gewöhnlichen Sinn durchaus nicht gibt, entkleidet man die Tugend des letzten sie noch entstellenden Hochmuts und gelangt man zu einem Begriff der Würdigkeit, der selbst auf die leiseste Anerkennung verzichtet im vollen Bewußtsein, der Achtung aller Edlen sicher zu sein. Das verstehen wir unter dem Üben der Tugend allein um der Tugend willen; und unser verehrter Autor dürfte schwerlich etwas dagegen haben, wenn wir nur von diesem Standpunkt aus und festhaltend an seiner Identifizierung des Verdienstes mit der Tugend auch den folgenden Satz unterschreiben, aber aus ganzer Seele unterschreiben: »Meines Erachtens wäre es unmöglich, daß die Moralität sich erhalte, wenn sie diese angenehmen Gemütsbewegungen nicht erregte. Der Begriff des Verdienstes schließt, wie ich gezeigt habe, den sozialen Druck in sich, der in einer allgemeinen Billigung und Bewunderung gewisser Eigenschaften und in der Mißbilligung und Verachtung ihres Gegenteils besteht.« (S. 336.) Bei der Eitelkeit der Menschen ist übrigens nicht zu besorgen, daß sie in nächster Zeit dem Hochgefühl des Verdienstes in der althergebrachten Bedeutung entsagen werden. Sollte es aber je dahin kommen, so werden — wir bezweifeln es nicht und glauben auch der Zustimmung Leslie Stephen's sicher sein zu können — Würdigkeit und Nichtswürdigkeit zwei Vorstellungen sein, durch deren Ausdruck die Gesellschaft einen zureichenden Druck auf das Gemüt des einzelnen ausüben kann.

Hiermit hätten wir unsere Aufgabe, ein getreues Bild dieses in seiner Art einzigen Buches darzubieten, soweit unsere Kräfte reichen, in der Hauptsache gelöst. Die in den folgenden drei Kapiteln niedergelegten Anschauungen des geehrten Autors über Utilitarismus, Glückseligkeitslehre und Moral überhaupt haben wir zu Anfang dieser Darlegung in ihren Grundzügen gekennzeichnet und wollen nur noch einige Äußerungen mitteilen, für welche wir mit Zuversicht auf den Dank aller rechnen, die mit uns von der Entwickelungslehre keine Gefährdung und nur eine Läuterung der Moral erwarten. Die in diesem Werke gelehrte Moral ist darum so vollendet, weil Grundsätze rein sittlicher Natur den Autor in so hohem Grade erleuchten. Was uns als reine Sittlichkeit gilt, ist keine ideale Moral, die für diese Welt einen bloßen Traum bedeutet und von der Leslie Stephen mit vollem Recht keine Notiz nimmt. Die Ethik gilt uns als die Zusammenfassung der letzten Resultate der gesamten philosophischen, auf positiver Erkenntnis beruhenden Wissenschaften in ihrer Anwendung aufs praktische Leben und die Darstellung der Sittlichkeit oder Moral im weiteren Sinn ist ihr Ziel. Die Moral im engeren Sinn, die Sitten- und Pflichtenlehre bildet nur einen Teil der Ethik und ihr Ziel ist die Darstellung der Moralität. Vom Standpunkt der Ethik kann für die Sittlichkeit nur der Begriff der Glückseligkeit, insofern er dem ganzen Menschenideal gerecht wird, maßgebend sein. Vom Standpunkt der Moral dagegen, die, nur den

einen Teil umfassend, mehr ins einzelne zu gehen hat, mag der Begriff der Gesundheit oder des Wohlseins, als zwischen Nützlichkeit und Glückseligkeit vermittelnd, zweckmäßiger sein. Wir wagen darüber kein Urteil, können aber von unserem Standpunkt aus keine Einwendung erheben, nicht nur wegen der überzeugenden Art, in der Leslie Stephen seine Anschauung vertritt, sondern weil er damit das Wesentliche des Utilitarismus festhält und mit den Worten: »eine Rasse, welche einen niederen Begriff von der Glückseligkeit hat, wird auch eine niedere Anschauung von der Moralität haben,« (S. 375) betreffs der Glückseligkeitslehre den Nagel auf den Kopf trifft. Hätten wir je daran gezweifelt, dieser Mann würde uns überzeugt haben, daß es bei ethischen Schriften vor allem auf den Geist ankommt, in welchem sie verfaßt sind.

Charakteristisch sind die folgenden Worte: »Folgern wir aus der Lehre vom Verdienst der Tugend nicht allein, daß die Entwickelung gewisser Eigenschaften ein notwendiges Element des sozialen Fortschritts ist, sondern daß es der letzte Endzweck des Universums ist, die Tugend anzuregen und zu belohnen, so geraten wir in den Bereich des Unwirklichen. Wenn wir von einem Endzweck in diesem Sinn reden können, so ist dies, solange wir den wissenschaftlichen Boden nicht verlassen, die Grenze, bis zu welcher wir einen Fortschritt wahrnehmen mögen, namentlich die Entwickelung eines höhern Typus, höher in bezug auf die allgemeine Wirksamkeit des ganzen Organismus, und nicht einfach die Hervorbringung tugendhafter Wesen, zumal wenn wir unter Tugend das dem enger begrenzten, einen Teil des Naturgesetzes bildenden Moralkodex Gemäße verstehen. Um eine solche Theorie in Übereinstimmung zu bringen mit den Thatsachen, müßten wir entweder sehr greifbare und nicht hinwegzuleugnende Erscheinungen übersehen oder uns flüchten in eine Welt willkürlicher Einbildungen.« (S. 410.) Wie der geehrte Autor unter Verdienst nichts anderes versteht als — von seiten des einzelnen — das Bewußtsein jener selbständigen Thätigkeit, die dem zu einem Ganzen sich zusammenfassenden Charakter eigen ist, und — von seiten der Gesellschaft — die Wertschätzung einer solchen Selbständigkeit, insofern deren Wirksamkeit das Gedeihen der Gesellschaft fördert, so gilt ihm das Wohlsein der Gesellschaft wie des einzelnen zugleich als das Ziel und als das Kriterium einer echten Moral. »Sogar ein Klopffechter und ein Fuchsjäger findet, daß ein gutes Gehirn bis zu einem gewissen Grade nützlich ist, und zuweilen hat er Fassungskraft genug, um zu folgern, daß ein kräftigeres Gehirn noch nützlicher sein würde. Generalisieren wir diese Bemerkung, so können wir sagen, daß eine Art allgemeiner (wenngleich offenbar nicht ausnahmsloser) Übereinstimmung besteht anlangend den Nutzen einer vollen Entwickelung unserer Fähigkeiten. Es ist meines Erachtens aussichtslos, eine Skala aller Leiden und Freuden herstellen zu wollen, durch die sich beweisen ließe, daß der Tugendhafte zu einer größeren Summe von Erregungen höherer Qualität gelangt; aber beweisen läßt sich's, daß der Mensch gewinnt, indem er wächst, soweit es in ihm liegt, wachsen zu können, und daß dies notwendig ein Wachsen der Moral in sich schließt.« (S. 420.)

Von diesem rein *ethischen* Standpunkt aus kann Leslie Stephen, der Bewunderung aller unbefangen Denkenden gewiß, sein herrliches Werk mit folgenden ebenso großartigen als bescheidenen Worten schließen. »Nach meiner Theorie kann der Moralist keine neuen Motive anweisen; er nimmt nur die Menschennatur, wie sie ist, und sucht zu zeigen, wie sie die bereits errungenen Vorteile behaupten und vervollkommnen könnte. Sein Einfluß ist klein genug; allein als das, was er ist, hängt er ab von der Thatsache, daß eine gewisse Harmonie schon ins Dasein getreten ist und daß die Menschen danach organisiert sind, um eine vollständigere Aufhebung der bestehenden Zwietracht zu wünschen. Ein *gesundes Moralsystem* ist wünschenswert, damit die Ziele und Methoden eine größere Bestimmtheit erhalten; und es ist ohne Zweifel von Wichtigkeit, ein solches zu erlangen in einer Zeit des raschen Niedergangs aller alten Systeme. Aber ein Glück ist es für die Welt, daß der sittliche Fortschritt auf die Ausarbeitung eines tadellosen ethischen Systems nicht zu warten braucht.« (S. 461.) Was da Leslie Stephen ethisches System nennt, ist ein System der *Moral im engeren Sinn*. Daß ein solches in streng wissenschaftlicher Form nicht geboten werden könne, ist als allgemein anerkannt zu betrachten und wird auch von ihm nicht bestritten. Anders verhält sich's mit der *Ethik*, die nicht den Menschen eines bestimmten Landes oder einer bestimmten Zeit mit seinen besonderen Wünschen ins Auge faßt, sondern den gebildeten Menschen überhaupt mit den allgemeinen Bedürfnissen seiner Natur. Mit der fortschreitenden Wissenschaft wird auch die Ethik fortschreiten: auch die Sonne dreht sich um ein mächtigeres Zentrum. Allein soweit die positive Wissenschaft reicht, soweit läßt sich die Ethik wissenschaftlich begründen: *sie ist die Sonne, um welche der fruchtbare Planet Moral kreist, an ihrem Licht und ihrer Wärme fort und fort sich entwickelnd und vollendend.*

Über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde.

Von

A. F. W. Schimper.

Im letzten Hefte dieser Zeitschrift sind die Ergebnisse der neuesten Arbeiten über die physiologische Rolle des Chlorophylls und seine chemische Zusammensetzung mitgeteilt worden. Zweck des vorliegenden Aufsatzes hingegen ist es, die Entwickelungsgeschichte und Struktur der Chlorophyllkörper in Kürze darzulegen. Auch diese Frage ist nämlich in den letzten Jahren Gegenstand einer Reihe von Untersuchungen gewesen, welche unsere Anschauungen wesentlich modifiziert haben und möglicherweise auch außerhalb des engeren Kreises der Fachmänner einiges Interesse erregen dürften.

Seit langer Zeit bereits weiß man, daß das Chlorophyll in den fertigen Zellen, der höheren Pflanzen wenigstens, nie im Zellsaft aufgelöst oder diffus im Plasmakörper verteilt vorkommt, sondern daß es vielmehr stets an geformte Plasmagebilde, sogenannte Chlorophyllkörner gebunden ist. Diese Chlorophyllkörner sind schon in den ersten Anfängen mikroskopisch-botanischer Forschung unterschieden worden und ihre Gestalt, Größenverhältnisse, Art des Vorkommens u. s. w. sind auch in den älteren Lehrbüchern richtig beschrieben. Anders verhält es sich hingegen mit der Entwickelungsgeschichte dieser Gebilde sowie mit ihrem feineren Bau, welcher zunächst nach den Ergebnissen der neuesten Forschung in aller Kürze beschrieben werden möge.

Das Chlorophyll von seiner plasmatischen Grundlage, die wir mit Pringsheim als Stroma bezeichnen wollen, zu trennen und letzteres in seinen wichtigsten Eigenschaften richtig zu charakterisieren, war bereits Mohl und namentlich Sachs gelungen. Über die Art der Verteilung des Pigments in dem plasmatischen Stroma sind wir dagegen erst in neuester Zeit unterrichtet worden, und zwar namentlich durch die Untersuchungen Pringsheim's; es hat sich herausgestellt, daß der Farbstoff in Form ziemlich gleichmäßig verteilter, zähflüssiger Tröpfchen oder vielleicht fester Körner in dem an sich ganz farblosen Stroma eingebettet liegt. Diese Strukturverhältnisse sind mit unseren neuesten Immersionssystemen bei

den Chlorophyllkörnern aller Moose (exkl. der Anthoceroten), Farne und Phanerogamen leicht erkennbar. Auf das abweichende Verhalten der Chlorophyllkörper bei den Algen werde ich nachher zurückkommen.

Anstatt der Chlorophyllkörner befinden sich in vielen Blüten und Früchten gelbe oder rote Gebilde, welche diesen Organen ihre Farbe verleihen und ebenfalls aus einem plasmatischen Stroma mit eingelagertem Pigment bestehen. Diese Farbkörper weichen meist durch ihre Gestalt von den Chlorophyllkörnern wesentlich ab; sie sind relativ selten regelmäßig scheibenförmig wie diese, sondern vielmehr zumeist unregelmäßig gelappt oder nicht selten stabförmig, spindelförmig, sogar drei- und mehrspitzig. Diese Gestalten werden durch Krystallisation gewisser Bestandteile des Farbkörpers bedingt, indem entweder ein Teil des Eiweiß die Gestalt eines Stäbchens oder einer Nadel annimmt oder das Pigment sich in ein wirres Aggregat feinster Krystallfasern umwandelt; das sehr reduzierte Stroma wird durch die krystallisierenden Einschlüsse passiv gedehnt, so daß letztere die Gestalt des ganzen bedingen. Wo der Farbstoff, was der gewöhnlichere Fall ist, nicht krystallisiert, stellt er ähnlich wie in den Chlorophyllkörnern rundliche Tröpfchen oder Körnchen in dem farblosen Stroma dar.

In den Wurzeln, Rhizomen und anderen farbstofffreien Pflanzenteilen finden wir ebenfalls körnige plasmatische Gebilde, welche aber vollständig pigmentfrei sind. Diese Körperchen sind äußerst zart, kugelig oder seltener infolge der Krystallisation eines Teils ihres Eiweiß spindelförmig, eigentümlich mattglänzend und außerordentlich unbeständig. Sie sind erst neuerdings erkannt worden und haben zuerst den Namen von Stärkebildnern, dann denjenigen von Leukoplasten erhalten.

Die Chlorophyllkörner, die bunten Farbkörper der Blüten und Früchte, die farblosen Leukoplasten sind miteinander nahe verwandt und vermögen sich ineinander umzuwandeln. Die Chloroplasten entstehen zum größten Teil durch Ergrünung ganz pigmentfreier Leukoplasten und gehen zuweilen, z. B. in der wohl bekannten Schneebeere unserer Gärten und in manchen weißen Blüten wieder in Leukoplasten über. Die gelben und roten Farbkörper der Blüten und Früchte entstehen aus Chlorophyllkörnern oder Leukoplasten und vermögen sich wieder in solche umzuwandeln. Endlich kann sich dasselbe Spiel verschiedene Male nacheinander wiederholen.

Die nahe Verwandtschaft der Chlorophyllkörner, nicht grüner Farbkörper und Leukoplasten machte eine gemeinsame Bezeichnung und einheitliche Terminologie dieser Gebilde wünschenswert. Nach dem Vorschlag Strasburger's werden sie als Chromatophoren zusammengefaßt und in Chloroplasten (Chlorophyllkörner), Chromoplasten (Farbkörper) und Leukoplasten eingeteilt.

Alle drei Formen der Chromatophoren sind bei den höheren Pflanzen mit bestimmten Funktionen versehen. Bekannt ist die Bedeutung der Chloroplasten für die Assimilation; durch die Untersuchungen Engelmann's ist endgültig der Nachweis geliefert worden, daß die Zerlegung der Kohlensäure, die Bildung der organischen Substanz aus dem anorganischen Rohmaterial sich ausschließlich in denselben abspielt. Als er-

stes sichtbares Produkt der Assimilation treten, wie bereits vor langer Zeit durch SACHS nachgewiesen wurde, Stärkekörner auf. Solche werden aber bekanntlich auch in chlorophyllfreien Organen auf Kosten schon assimilierter Stoffe erzeugt; letztere Art der Stärkebildung wird durch die Leukoplasten bewirkt. Die Stärkekörner der mehlhaltigen Samen, Wurzeln, Rhizome werden nämlich keineswegs, wie man früher annahm, durch den eigentlichen Plasmakörper (Cytoplasma), sondern vielmehr durch die wegen ihrer Zartheit früher übersehenen farbstofffreien Chromatophoren erzeugt. Was endlich die Chromoplasten betrifft, so ist ihre Rolle eine rein passive; sie bilden nämlich den Schauapparat, durch welchen die Insekten, welche die Blumen zu befruchten, und die Vögel, welche die Samen zu verbreiten haben, angelockt werden [1]. Zuweilen jedoch bilden die Chromoplasten ähnlich wie die Leukoplasten Stärke aus schon assimiliertem Material.

Die Fähigkeit, Stärke zu erzeugen, kommt demnach allen drei Formen der Chromatophoren zu, während sie dem Cytoplasma aller Pflanzen vollständig fehlt — ebenso wie diejenige der Chlorophyllbildung und der Assimilation. Das gleiche wie von Stärke und Chlorophyll gilt nun auch von den übrigen Produkten der Chromatophoren; die mannigfachen zum Teil krystallisierbaren nicht grünen Pigmente der Chromoplasten, die durch sehr charakteristische Reaktionen ausgezeichneten ölartigen Stoffe, welche alternden Chromatophoren beinahe ausnahmslos zukommen, und die übrigen Erzeugnisse derselben sind für die Chromatophoren durchaus charakteristisch, sie werden nie von dem Cytoplasma oder dem Zellkern erzeugt.

Die Produkte der Chromatophoren sind demnach stets verschieden von denjenigen des Cytoplasma und des Zellkerns, was auf einen wesentlichen und konstanten Unterschied der chemischen Vorgänge in den verschiedenartigen Gliedern des Plasmakörpers hinweist. Dagegen zeigen alle drei Formen der Chromatophoren bei allen Pflanzen eine große Ähnlichkeit in ihren Erzeugnissen, welche auf eine nahezu vollständige Übereinstimmung ihrer chemischen Thätigkeit schließen läßt.

Der Satz, daß Stärke und Chlorophyll nie von dem Cytoplasma erzeugt werden, steht in grellem Widerspruch mit den früheren Lehren; noch in einzelnen der neuesten Lehrbücher, denjenigen von LÜRSSEN und von WIESNER z. B., welche unbekümmert um die Fortschritte der Wissenschaft immer wieder das gleiche zum Abdruck bringen, liest man, daß die Stärkekörner vielfach durch Ergrünung des umgebenden Plasmas in Chlorophyllkörner umgewandelt werden, ein Satz, der drei Unrichtigkeiten enthält, indem, wie wir bereits gesehen haben, weder Stärke noch Chlorophyll im Cytoplasma erzeugt wird und — indem eine Entstehung von Chlorophyllkörnern oder von Chromatophoren überhaupt durch Neubildung nie stattfindet. Wir gelangen mit diesem letzteren Satze zu einigen der neuesten Eroberungen auf dem Gebiete der Zellenlehre.

[1] Bekanntlich ist das Pigment der blauen und violetten sowie vieler roten Blüten und Früchte nicht an Chromatophoren gebunden, sondern im Zellsaft aufgelöst.

Vor dem letzten Aufschwung in der mikroskopischen Technik wurde allgemein angenommen, daß die Chromatophoren durch Differenzierung aus dem Zellplasma oder auch, wie wir eben erwähnten, durch Ansammlung ergrünenden Plasmas um Stärkekörner entständen. Erst in neuester Zeit wurde mit Hilfe der besten Immersionssysteme die Entwickelungsgeschichte der Chromatophoren von neuem verfolgt und zwar mit wesentlich verschiedenen Ergebnissen. Es wurde nämlich festgestellt, daß die Chromatophoren in keinem Falle durch Neubildung entstehen, sondern vielmehr sämtlich die durch Teilung erzeugten Nachkommen anderer Chromatophoren sind. Die Eizellen erhalten nämlich von der Mutterpflanze einige Chromatophoren, welche durch Teilung sämtliche Chromatophoren des Tochterorganismus hervorbringen. Die Chromatophoren gehen demnach ähnlich wie die Zellkerne von einer Generation in die andere über, ohne ihre Selbständigkeit je zu verlieren. Man kann sie bei geeigneten Objekten auf sämtlichen Entwickelungsstadien wiederfinden: in der Eizelle, im reifen Samen, im Keim, in den Meristemen der fertigen Pflanze, und die Entwickelung, Vermehrung und Metamorphose der Chromatophoren läßt sich Schritt für Schritt verfolgen, während irgend eine Erscheinung, welche auf Neubildung hinweisen würde, vollständig fehlt. Dieser Satz gilt nicht bloß von den höheren Gewächsen, sondern von sämtlichen chromatophorenhaltigen Pflanzen.

Wir müssen demnach auch annehmen, daß die Chromatophoren der höheren Pflanzen die direkten Nachkommen von denjenigen ihrer einfachen Vorfahren sind, und es wird daher von Interesse sein, einen Blick auf die Chromatophoren der Algen, welche wir als mit den Ahnenformen der Phanerogamen nahe verwandt betrachten dürfen, zu werfen.

Während die assimilierenden Chromatophoren bei den höheren Pflanzen sämtlich grüne Farbe besitzen, sind diejenigen der Algen verschiedenfarbig, bald ebenfalls grün, bald in verschiedenen Schattierungen braun oder rot. Diese Unterschiede der Färbung stehen mit morphologischen Unterschieden in engem Zusammenhang, so daß man die chromatophorenführenden Algen (exkl. Diatomeen) nach ihrer Farbe in drei Gruppen: Chlorophyceen, Phaeophyceen und Rhodophyceen eingeteilt hat.

Außer der Farbenverschiedenheit fällt bei den Algen auch die große Mannigfaltigkeit der Größe und Gestalt der Chromatophoren den höheren Gewächsen gegenüber in die Augen. Während die Chorophyllkörner der höheren Kryptogamen und der Phanerogamen zwischen engen Grenzen schwankende Dimensionen und eine sehr einfache, gleichförmige Gestalt besitzen, sind diejenigen der Algen sehr mannigfach gestaltet und ungleich groß. In manchen Fällen denjenigen der höheren Gewächse ähnlich, stellen sie bei gewissen Formen spiralige Bänder, zierliche Sterne, netzartig durchbrochene Röhren, Platten oder auch ganz unregelmäßig gestaltete Gebilde dar. Ebenso wie die Größe und Gestalt, ist auch die Anzahl der Chromatophoren in den Zellen der Algen großen Schwankungen unterworfen. Während sie bei den höheren Gewächsen stets zahlreich vorhanden sind, ist bei vielen Algen ihre Zahl auf zwei

oder drei reduziert und bei anderen liegt in jeder Zelle nur ein einziges großes Chromatophor.

Trotz der großen, beim ersten Blick vollständig regellos erscheinenden Mannigfaltigkeit der Größe und Gestalt der Chromatophoren bei den Algen ist doch eine gewisse Gesetzmäßigkeit unverkennbar. Einmal sind sie bei benachbarten Arten, sogar innerhalb größerer Gruppen, einander sehr ähnlich; sodann weichen zwar in den sicher aufgestellten phylogenetischen Reihen Anfangs- und Endglieder manchmal sehr wesentlich voneinander ab, sie sind aber durch Übergangsstadien miteinander verbunden.

Der Stammbaum der Thallophyten ist von Falkenberg mit den Torfmoosen verglichen worden, deren Stamm am Gipfel weiter wachsend sich verzweigt, während sein unteres Ende der Verwesung anheimfällt: »Greifen wir in einen Rasen hinein, so ziehen wir wohl eine Anzahl isolierter Äste heraus, aber in welcher Weise sich ihre Enden einstmals aneinander gesetzt haben, das läßt sich nicht mehr nachweisen.« Wir besitzen bereits mehrere Versuche einer Rekonstruktion der noch lebenden Äste des Stammbaums, die meist nicht wesentlich voneinander abweichen und von denen namentlich der von de Bary aufgestellte große Beachtung verdient. Ich gebe hier diesen Stammbaum, soweit er uns interessiert, wieder:

Chlorophyceae.

	„Palmellaceae“	Chlamydomonas	Botrydium	Protococcaceae	
Diatomeae ? Conjugatae	Ulvaceae	Pandorina	Acetabularia	Hydrodictyum	**Phaeophyceae**
	Ulothrix etc.	Gonium	Cedium etc.	Cladophora Chroolepus	Ectocarpeae
Fungi	Cylindrocapsa	Eudorina	?		Phaeospor. caet.
	Oedogonieae	Volvox	Vaucheria Characeae.		Cutleria Fucaceae
Rhodophyceae Bangia Chantransia Florideae caet. Dudresnaya Rhodomeleae	Coleochaete				
	Bryophyta Pteridophyta Gymnospermae Archispermae				

Wir wollen jetzt versuchen, ob es uns möglich ist, mit Hilfe dieses Stammbaums eine Gesetzmäßigkeit in dem Wirrsal der verschiedenen Chromatophorengestalten der Algen ausfindig zu machen.

Abgesehen von den Schizophyten, die der Chromatophoren scheinbar entbehren und uns daher zunächst nicht interessieren, finden wir an der Basis eines jeden Astes einzellige Algen. Unsere Kenntnis dieser einfachsten Pflanzenformen bedarf zwar noch sehr der Vervollkommnung, indem es sich herausgestellt hat, daß viele sogenannte Palmellaceen nur Entwickelungsstadien höher gegliederter Algenformen sind. Diejenigen unter ihnen jedoch, welche als wirklich selbständige Formen zweifellos erkannt worden sind, besitzen ohne Ausnahme nur ein einziges, relativ sehr großes Chromatophor von muldenförmiger, seltener sternförmiger Gestalt. An der Basis einer jeden der von de Bary aufgestellten Reihen finden wir Pflanzenformen mit ganz ähnlichen Chromatophoren, ausgenommen die Siphoneenreihe, deren unterstes Glied, *Botrydium*, ja einer viel höheren Entwickelungsstufe entspricht als die Palmellaceen und einzelligen Protococcaceen. Wir können demnach mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen, daß ursprünglich nur ein einziges Chromatophor in jeder Zelle enthalten war. Gehen wir von diesen einfachsten Anfangsgliedern zu den höher entwickelten hinauf, so finden wir, daß in jeder Reihe, früher oder später, Zerteilung des ursprünglich einzelnen Chromatophors in mehrere stattfindet, und dieses Zerfallen gehört noch dem ontogenetischen Entwickelungsgang einiger Übergangsformen an.

Betrachten wir zunächst die uns am meisten interessierende Reihe, diejenige, welche nach de Bary in den Phanerogamen gipfeln würde, so finden wir bei sämtlichen sehr ungleich entwickelten Algenformen, welche die Basis derselben bilden, eine überraschende Gleichartigkeit nicht nur der Gestalt, sondern auch des feineren Baues der Chromatophoren; überall ist nur ein einziger, großer, muldenförmiger Chlorophyllkörper in jeder Zelle enthalten. Sehr geringe, leicht von dem gewöhnlichen Typus abzuleitende Abweichungen zeigen nur *Sphaeroplea* und *Oedogonium*.

Von den Coleochaeten leitet de Bary und mit ihm die Mehrzahl der Botaniker die Moose ab. Übergangsformen zwischen diesen und den Algen sind nicht vorhanden; die Bryophyten bestehen vielmehr ähnlich wie die Algen aus einer Gruppe isolierter Entwickelungsreihen, deren Stammform abgestorben ist. Die einfachsten Glieder einer jeden Reihe zeigen zwar manche Beziehungen zu einander, so daß nicht an ihrem gemeinsamen Ursprung und ihrer nahen Verwandtschaft gezweifelt werden kann; eine gemeinsame Mutterform ist aber bis jetzt wenigstens nicht gefunden worden. Eine der eigenartigsten dieser selbständigen Reihen ist diejenige der Anthoceroten, welche in ihrer geschlechtlichen Generation unzweifelhaft die einfachste der Moosgruppen darstellt, während ihr Sporogonium eine relativ hohe Differenzierung aufweist. In dieser Reihe sind die Chromatophoren unverändert geblieben und stimmen in bezug auf ihre Gestalt, Einzahl in jeder Zelle und, wie wir nachher sehen werden, ihren feineren Bau noch vollständig mit denjenigen der Coleochaeten überein. In dem höher gegliederten Sporogonium findet eine allerdings nicht weitgehende Zersplitterung des Chromatophors statt; in den meisten Zellen desselben sind nämlich zwei, in der Epidermis sogar mehrere Chloroplasten enthalten. Mehrfach ist die Ansicht vertreten worden, daß die Farne und mit ihnen die Phanerogamen aus den Anthoceroten abzuleiten

wären, und wenn diese Ansicht berechtigt sein sollte, so würde diese Gruppe auch in bezug auf die Chromatophoren das Übergangsglied zwischen Algen und Farnen darstellen.

Die übrigen Moose verhalten sich in bezug auf ihre Chlorophyllkörner ganz anders als die Anthoceroten. Bei ihnen stimmen nämlich die Chlorophyllkörner bereits in jeder Hinsicht mit denjenigen der höheren Gewächse überein; der Übergang hat in den abgestorbenen oder doch bis jetzt nicht aufgefundenen Verbindungstypen stattgefunden.

Die Reihe der Florideen, welche sich ebenfalls von *Coleochaete* abgezweigt zu haben scheint, fängt mit den Bangiaceen an, die ebenfalls nur ein einziges, hier aber sternförmiges Chromatophor enthalten. Ungefähr gleich verhält sich auch *Chantransia*, während bei den höheren Formen jede Zelle wiederum Chromatophoren in Mehrzahl enthält.

Besonders instruktiv ist die Reihe, welche, mit den Protococcaceen beginnend, sich durch eine seitliche Auszweigung in die Phaeophyceen fortsetzt. Hier hat das einzelne Chromatophor der einfachsten Formen die Gestalt einer muldenförmigen Platte, während bei manchen der höher entwickelten Cladophoren zahlreiche scheibenförmige Chromatophoren in jeder Zelle vorhanden sind; hier hat demnach die Zerteilung des Chromatophors früher stattgefunden als in der Hauptreihe. Was das Interesse der Protococcaceen-Phaeophyceen-Reihe bildet, ist, daß in bezug auf die Chromatophoren alle denkbaren Übergangsformen noch vorhanden sind. Bei einigen Arten der Gattung *Cladophora* bildet nämlich das Chromatophor, wie von Schmitz gezeigt wurde, »eine wandständige, vielfach durchlöcherte Platte. Bei anderen Arten von *Cladophora* ist diese Scheibe noch viel reichlicher durchbrochen und gelappt, von derselben aber entspringen zahlreiche schmälere oder breitere bandartige Fortsätze, die in das Innere der Zelle hinein vorspringen und dieses mit einem grobmaschigen grünen Netzwerk erfüllen. Bei sehr vielen Siphonocladaceen (*Cladophora* u. a.) dagegen erscheint diese Platte in zahlreiche kleine rundlich-eckige Scheibchen von wechselnder Größe und unregelmäßiger Gestalt zerteilt, so zwar, daß die Gesamtheit dieser Scheibchen in ihrer Anordnung durchaus einer einzelnen, vielfach durchbrochenen Platte der zuvor genannten *Cladophora*-Arten entspricht. Diese kleinen Scheibchen entstehen während des Heranwachsens der Zelle durch fortgesetzte Zerteilung der heranwachsenden älteren Scheibchen; doch kommt es bei manchen Arten (*Chaetomorpha*, *Valonia* u. a.) öfters vor, daß innerhalb einer und derselben Zelle stellenweise diese Zerteilung nur sehr langsam vor sich geht oder ganz stockt und dadurch größere, unregelmäßig gelappte und mannigfach durchbrochene Platten neben zahlreichen kleineren Scheibchen sich ausbilden. Unterbleibt diese Zerteilung während des Heranwachsens der Chromatophoren gänzlich, so nähern sich solche Zellen den ersterwähnten Formen (*Cladophora* sp.); erfolgt dagegen die Zerteilung regelmäßig, so ist das Resultat davon die Bildung jener zahlreichen kleinen isolierten Scheibchen differenter Größe, die in den Zellen der meisten Siphonocladaceen (*Valonia*, *Siphonocladus*, *Microdictyon*, *Anadyomene*, *Chaetomorpha*, zahlreiche Arten von *Cladophora*) beobachtet werden, wobei dann diese Scheibchen bald nur in

einer wandständigen Schicht ausgebreitet, bald auch in den Strängen und Bändern der Zellmitte verteilt sind[1].«

Das eben besprochene Zerfallen des ursprünglich einzelnen Chromatophors in zahlreiche Stücke und das allgemeine Auftreten der einfachen scheibenförmigen Gestalt sind nicht die einzigen Veränderungen, welche die Chlorophyllkörper während der fortschreitenden Differenzierung des pflanzlichen Organismus erlitten haben. Vergleichen wir die Chlorophyllkörper einer Alge mit denjenigen einer höheren Pflanze, schon eines nicht zu der Gruppe der Anthoceroten gehörigen Mooses, so wird uns ein merkwürdiger Unterschied in der Art der Verteilung des Farbstoffs sofort in die Augen fallen, vorausgesetzt daß wir bei hinreichend starker Vergrößerung beobachten. Während nämlich bei den höheren Kryptogamen und den Phanerogamen der Farbstoff stets in Form deutlicher Körnchen oder Tropfen im farblosen Stroma eingebettet ist, erscheinen die Chlorophyllkörner der Algen und der Anthoceroten sowie die Chromatophoren der Phaeophyceen und Florideen vollständig homogen gefärbt; das Pigment ist demnach bei ihnen in äußerst feiner Verteilung vorhanden. Ziehen wir die uns besonders interessierende Hauptreihe allein in Betracht, so fällt uns noch ein anderer Unterschied zwischen den Anfangs- und Endgliedern derselben auf. Bei den Algen, welche wir derselben eingereiht haben, enthalten die Chlorophyllkörper ausnahmslos sogenannte Amylumherde, d. h. Anhäufungen von Stärkekörnern um einen Eiweißkrystall. Diese Bildungen, deren Struktur und Bedeutung zu erläutern uns zu weit führen würde, fehlen bei allen Farnen und Phanerogamen gänzlich und sind in der Klasse der Moose auf die Anthoceroten beschränkt, welche demnach auch in dieser Hinsicht denjenigen der Algen gleich geblieben sind.

Wir haben vorher gesehen, daß bei den höheren Gewächsen die Chromatophoren vielfach ihre Farbe verändern und dem entsprechend verschiedene Funktionen verrichten. Die Chromatophoren der einfachen Chlorophyceen, Rhodophyceen und der Diatomeen sind solcher Metamorphosen nicht fähig; diese stellen vielmehr eine nachträglich erworbene Eigenschaft dar, ähnlich wie die mannigfachen Metamorphosen der Vegetationsorgane höherer Pflanzen. Leukoplasten und Chromoplasten sind bei den Algen überhaupt viel weniger häufig und spielen eine viel weniger wichtige Rolle als bei den Phanerogamen. Die erste im normalen Entwickelungsgang sich abspielende Veränderung, welcher wir begegnen, wenn wir uns von den einfachsten Chlorophyceen mit durchaus gleichartigen grünen Chromatophoren zu den höher gegliederten Formen erheben, ist Verminderung, endlich gänzliches Verschwinden des Chlorophylls, also Umwandlung der Chlorophyllkörper in Leukoplasten. Die Leukoplasten stellen bei den einfachsten Gewächsen, wo sie auftreten, wirkliche Metamorphosen der Chloroplasten dar und sind demnach auch bei den höheren Pflanzen phylogenetisch als solche aufzufassen, obgleich bei diesen die Leukoplasten ontogenetisch das Prius darstellen.

Die Leukoplasten haben bei den niederen Gewächsen durchaus nicht die gleiche wichtige Bedeutung für die Stärkebildung wie bei den

---

[1] Schmitz, Die Chromatophoren der Algen. 1882. p. 15.

Farnen und Phanerogamen; sie stellen vielmehr nur einen ganz funktionslosen Degradationszustand dar, den man eigentlich kaum als Metamorphose bezeichnen kann. Erst bei den Characeen und dann bei allen höheren Pflanzen werden die Leukoplasten zu der Dignität physiologisch wichtiger Organe erhoben.

Ganz ähnlich wie mit den Leukoplasten verhält es sich auch mit den Chromoplasten, sie gehen ebenfalls den einfachsten Algen vollständig ab und ihr Vorkommen in dieser Pflanzenklasse ist überhaupt auf einige wenige Chlorophyceen beschränkt. Die erste Andeutung der Chromoplastenbildung zeigt sich in den Antherozoen von *Volvox* und *Oedogonium*, wo die anfangs rein grünen Chromatophoren später eine gelbliche oder rötliche Färbung annehmen. Viel typischer ausgebildet kommen die Chromoplasten in den Antheridien von *Chara* und den meisten Moosen vor.

Die biologische Rolle der Chromoplasten bei den Algen und Moosen ist uns vorläufig noch ganz rätselhaft. Das Auftreten lebhafter, namentlich roter Farben ist im Zusammenhang mit Geschlechtsorganen eine nicht seltene Erscheinung auch da, wo an eine Bedeutung derselben als Lockmittel nicht zu denken ist; die Farben der Blüten sind demnach nicht infolge der Liebhabereien der Tiere, sondern ganz unabhängig von den letzteren entstanden und haben erst nachträglich die Bedeutung eines Lockmittels erhalten; letztere hat aber allerdings eine Zunahme des Glanzes und der Verschiedenheit der Farben durch natürliche Zuchtwahl zur Folge gehabt. Worin wohl die Rolle der Chromoplasten bei den Algen und Moosen bestehen dürfte, ist kaum zu erraten; möglicherweise bedürfen gewisse sich in den Antheridien abspielende chemische Vorgänge eines Schutzes gegen das Licht, wie es Pick für die rotgefärbten Vegetationsorgane der höheren Gewächse nachgewiesen hat.

Wir haben jetzt in ihren Hauptzügen die Veränderungen kennen gelernt, welche die Chromatophoren im Laufe der phylogenetischen Entwickelung des Pflanzenreichs erlitten; haben gesehen, wie die in den einfachsten Chlorophyceen vorhandene einzelne Scheibe sich allmählich zerteilt und wie die Produkte dieser Teilung sich allmählich differenziert und durch tiefgreifende Metamorphosen verschiedenartigen Funktionen angepaßt haben; wir haben auch gesehen, daß die Chromatophoren nur durch andere Chromatophoren gebildet werden und von einer Generation in die andere übergehen, ohne je im Plasma neu gebildet zu werden. Man dürfte sich jetzt wohl die Frage stellen: Wie sind denn die Chromatophoren zuerst entstanden? Den einfachsten chlorophyllhaltigen Pflanzen, den Cyanophyceen oder Spaltalgen, scheinen Chromatophoren und Zellkerne im Gegensatz zu allen übrigen Pflanzen zu fehlen, ihr Chlorophyll scheint diffus im ungegliederten Plasmakörper verteilt zu sein. Man hat manchmal in dieser Gruppe die phylogenetisch ältesten der noch existierenden Pflanzen erblicken wollen und könnte demnach geneigt sein, anzunehmen, daß die komplizierten Strukturverhältnisse der Zellen höherer Pflanzen durch Differenzierung eines ungegliederten Plasmakörpers, wie er bei den Cyanophyceen erhalten geblieben ist, entstanden seien. Gegen diese Annahme ist erstens einzuwenden, daß der Differenzierungsprozeß, durch welchen Zellkerne und

Chromatophoren entstanden sind, sich in der Ontogenie keiner einzigen Pflanze abspielt. Außerdem sind wir nicht einmal sicher, daß die Spaltalgen wirklich der Chromatophoren entbehren; möglicherweise sind sie doch vorhanden, aber zu klein oder zu wenig scharf begrenzt, um mit unseren optischen Hilfsmitteln erkannt zu werden. Endlich sind wir auch über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Spaltpflanzen zu den übrigen Gewächsen noch ganz im Unklaren und die Annahme, daß diese sich aus jenen entwickelt haben, entbehrt jeder sicheren Grundlage. — Anderseits könnte man die Chromatophoren und Zellkerne als ursprünglich selbständige, ungegliederte Organismen, die mit einem farbstofffreien Wesen ein symbiotisches Verhältnis eingegangen sind, ähnlich wie bei den Flechten und vielen niederen Tieren, betrachten. Die plasmatischen Gebilde der Zelle verhalten sich in der That viel eher wie die Glieder einer symbiotischen Kolonie als wie Teile eines einheitlichen Organismus; daß sie, soweit unsere Kenntnisse reichen, nicht mehr vom Zellplasma getrennt leben können, würde sich leicht durch eine weitgehende gegenseitige Anpassung erklären lassen. Dieser Annahme geht aber, ähnlich wie derjenigen der Differenzierung, jede Grundlage ab. Wir müssen vielmehr vorläufig die erste Entstehung der Chromatophoren als ein ganz ungelöstes Rätsel betrachten, welches kaum noch dem Gebiete berechtigter Spekulation angehört, ein Rätsel ebenso dunkel wie dasjenige des Ursprungs des Lebens selbst.

Antibes, im März 1885.

Altes und Neues über Pepsinbildung, Magenverdauung und Krankenkost,

gestützt auf eigene Beobachtungen an einem gastrotomierten Manne.

Von

A. Herzen.

Erster Teil: **Das Alte.**

I.

In früherer Zeit glaubte man, daß die Einwirkung des Magens auf die Speisen nur ein mechanischer Vorgang sei, und zwar sollte die Verdauung nur in einer einfachen Zerreibung und Zerteilung der Nahrungsmittel bestehen. Erst durch die Beobachtungen SPALLANZANI's, RÉAUMUR's, BRACONNOT's, TIEDEMANN's und GMELLIN's wurde festgestellt, daß es sich um einen rein chemischen Prozeß handle, der durch die Einwirkung des Magensaftes auf die Speisen zustande kommt. Heute wissen wir, daß nur die Albuminate im Magen eine Veränderung erleiden, sie werden zu Peptonen, welche weder durch Kochen, noch durch Neutralisieren gerinnen.

Die ersten Beobachter konnten sich keinen reinen Magensaft verschaffen, da sie nicht die vervollkommneten Methoden kannten, welche wir EBERLE, BASSOW und BLONDLOT verdanken. Um Magensaft zu erhalten, brachte man die Tiere zum Erbrechen oder man ließ sie an Fäden befestigte kleine Schwämme verschlucken, welche nach einiger Zeit wieder vermittelst des Fadens aus dem Magen herausbefördert und ausgepreßt wurden. Da nun die Schwämme während ihres Aufenthalts im Innern des Magens Saft imbibierten, so erhielt man durch das nachherige Auspressen eine Flüssigkeit, die allerdings Magensaft enthielt, doch sie enthielt auch Speichel in wechselnder Menge, ebenso Nahrungsmittel, welche teils aufgelöst, teils verändert waren. Immerhin konnten schon jene ersten Beobachter feststellen, daß der Mageninhalt fast immer sauer reagierte und daß hierin eine wesentliche Bedingung für die Wirksamkeit des Magensaftes bestehe; denn wurde der saure Mageninhalt mit unveränderten Speiseteilen einer Temperatur ausgesetzt, welche der des lebenden Organismus sich näherte, so wurden die Speiseteile aufgelöst;

war aber der hinzugesetzte Magensaft nicht von saurer Reaktion, so trat Fäulnis ein. Doch die Zeit sowohl, innerhalb welcher die Auflösung sich vollzog, als auch die Menge des Aufgelösten waren sehr inkonstant, ja bisweilen konnte trotz der vorhandenen sauren Reaktion des Saftes ein bestimmtes Resultat nicht erzielt werden. Es mußte mithin außer der Säure noch ein zweiter bestimmender Faktor vorhanden sein. Schwann gelang es, dieses Rätsel zu lösen; er entdeckte das Pepsin, welches das verdauende Magenferment bildet. Beide Agentien, sowohl die Säure als auch das Pepsin waren offenbar in dem erbrochenen oder durch die Schwämme heraufbeförderten Mageninhalt in wechselnder Menge vorhanden; kurz es ergab sich aus diesen ersten Beobachtungen, daß die Magenverdauung durch das Zusammenwirken zweier Agentien zustande kommt, der Säure und des Pepsins, und daß die Abwesenheit eines jener beiden Agentien die Unwirksamkeit des anderen bedingt. Ich kann unmöglich in die chemischen Details der Magenverdauung eingehen und will daher nur kurz die folgenden Punkte berühren:

1) Das Pepsin ist ein Körper, welchen man bis jetzt noch nicht zu isolieren vermochte, man hat daher von seiner wirklichen Beschaffenheit noch keine Kenntnis; allgemein wird jedoch angenommen, daß es ein stickstoffhaltiger Körper ist, trotzdem die Untersuchungen von Bruecke mit dieser Annahme wenig vereinbar sind.

2) Die in dem Magensaft wirksame Säure soll Salzsäure sein; Schiff hat außerdem nachgewiesen, daß abgesehen von jener an das Pepsin gebundenen Säure, ohne welche das Ferment unwirksam ist, im Magensafte auch noch freie Säure vorhanden sein muß, welche die Albuminate modifiziert und so für die Einwirkung des Salzsäure-Pepsins zugänglich macht.

3) Der Eiweißkörper unterliegt zuerst der Einwirkung der Säure, er gerinnt nicht mehr beim Kochen, wohl aber noch durch Neutralisation; darauf wird er auch von dem Pepsin verändert, er wird unter der Einwirkung dieses Ferments zu Pepton, welches weder durch Kochen noch durch Neutralisation zum Gerinnen gebracht werden kann.

Auf die ersten unvollkommenen Versuche folgten die epochemachenden Beobachtungen W. Beaumont's; dieser beobachtete einen Mann, welcher durch eine Kugel in der Magengegend verwundet worden war und von dieser Verwundung eine Magenfistel zurückbehalten hatte, so daß sein Magen von der Bauchwand aus übersehen werden konnte. Da aber unglücklicherweise zu jener Zeit die physiologische Chemie noch wenig vorgeschritten war, so konnten die Beobachtungen Beaumont's keinen genauen Aufschluß über die Entstehungsweise des Pepsins liefern; er beschränkte sich auf das Studium der für die Verdauung der verschiedenen Nahrungsmittel erforderlichen Zeiten und stellte deren Inkonstanz fest. Dabei machte er auch die Beobachtung, daß dieselbe Quantität eines Nahrungsmittels viel langsamer sich auflöste, wenn der einwirkende Magensaft in eine Flasche gesammelt und der Brütwärme ausgesetzt wurde, als wenn er im Magen selbst seine Wirksamkeit entfaltete; der Magensaft erwies sich mehr oder weniger wirksam, doch es gelang

Beaumont nicht, die Bedingungen ausfindig zu machen, von denen diese wechselnde Stärke seiner Digestionsfähigkeit abhängig ist.

Der wesentlichste Nutzen, den dieser ebenso interessante, wie seltene, von Beaumont beobachtete Fall der Wissenschaft brachte, bestand darin, daß seit dieser Beobachtung die Forscher bei Versuchstieren Magenfisteln anzulegen begannen und somit eine jener beiden fundamentalen Methoden ausbildeten, denen wir alle unsere Kenntnisse, welche in den letzten vier oder fünf Jahrzehnten über die Verdauung gewonnen wurden, verdanken. Die ersten Versuche wurden von dem Russen Bassow und von dem Franzosen Blondlot ausgeführt, sie veröffentlichten fast gleichzeitig ihre Untersuchungen im Jahre 1842—43.

Doch schon seit dem Jahre 1834 hatte der Schweizer Eberle den Versuch gemacht, durch Macerieren im Wasser aus einigen Organen die wirksamen Prinzipien zu extrahieren, er hatte auch mit dem Magen in in dieser Weise Versuche angestellt und machte hierbei die Beobachtung, daß das Infus des toten Magens niemals sauer reagierte wie der vom lebenden Magen gelieferte Saft und vollständig wirkungslos blieb. Da es nun schon bekannt war, daß die Wirksamkeit des Pepsins an die Anwesenheit einer kleinen Menge Säure gebunden sei, so setzte auch Eberle seinen Mageninfusen Säure zu, und es glückte ihm, den Verdauungsprozeß hierdurch vollständig in Gang zu bringen. Aus dieser Beobachtung, daß die tote Magenschleimhaut an das Wasser Pepsin, aber keine Säure abgibt, ergibt sich, daß das Pepsin in den Magendrüsen gebildet und abgelagert wird, daß dagegen die Säure in ihnen nicht aufgespeichert ist. Möglicherweise wird sie in dem Maße, als sie gebildet wird, ausgeschieden, oder sie hat einen andern Ursprung[1].

Diese ersten Versuche Eberle's waren die Anfänge der zweiten fundamentalen Methode, welche in gleich hohem Maße wie die erste bereits erwähnte die Entwickelung der Lehre von der Chemie und Physiologie der Verdauung gefördert hat.

Jede dieser beiden Methoden hat ihre Nachteile und Vorteile und keine von ihnen kann uns alle Angaben liefern, welche zur Erlangung einer richtigen und vollständigen Vorstellung von dem Wesen der Verdauung erforderlich sind; es ist vielmehr unumgänglich notwendig, die durch die eine gewonnenen Resultate durch die der andern zu ergänzen.

Die durch die Anlegung einer Magenfistel ermöglichte Beobachtung gibt uns über den Verlauf der natürlichen Verdauung im lebenden Magen Aufschluß, es ist uns hierdurch möglich, von Zeit zu Zeit die Gewichts- oder Volumenverminderung einer im Innern des Magens befindlichen Menge von in Stücke von bestimmter Größe zerteilten Nahrungsmitteln zu konstatieren, es ist aber sehr schwer, darüber Gewißheit zu erlangen, ob der verschwundene Teil in Wirklichkeit verdaut oder bloß aufgelöst oder gar nur zerteilt und in den Darm befördert worden

[1] Nach den klassischen Untersuchungen Heidenhain's über die Struktur der Magendrüsen scheinen diese letzteren zwei Arten von Zellen zu enthalten, die „Belegzellen", welche die Säure, und die „Hauptzellen", welche das Pepsin bilden sollen; wir werden jedoch in der Folge sehen, daß der von den Hauptzellen gebildete Körper nicht Pepsin selbst ist, sondern erst zu Pepsin wird.

ist. Wenn man diese Beobachtungen sehr oft anstellt, dann bemerkt man, daß die in Frage kommende Verminderung bald schnell und in ausgedehntem Maße, bald langsam und kaum merklich, ja selbst unmerklich ist während eines gewissen Zeitraums. Die Schnelligkeit, mit welcher diese Verminderung vor sich geht, ist ohne Zweifel geeignet, als ungefährer, wenn auch nicht als absoluter Maßstab zu dienen, um die Größe der Digestionsfähigkeit des vom Magen während der Beobachtung secernierten Saftes zu bestimmen. Wir können auf diese Weise einige der Bedingungen feststellen, von denen die Sekretion des Magensaftes oder deren Sistierung abhängt, oder die einen Grund dafür abgeben, warum in dem einen Falle nur ein mäßig wirksamer Saft, in dem andern ein sehr wirksamer, im dritten Falle endlich ein völlig unwirksamer Saft vom Magen secerniert wird, — je nachdem z. B. das Tier gesund oder krank, hungrig oder satt ist u. s. w., ändern sich die Verhältnisse. — Wiederum aber ist es uns unmöglich, ausfindig zu machen, warum das Ferment in einem gegebenen Falle im Magensaft nicht vorhanden ist, ob dieses seinen Grund darin hat, daß der in der Schleimhaut vorhandene Vorrat an Ferment aufgebraucht worden ist, oder darin, daß nur dessen Ausscheidung eine Unterbrechung erlitten hat. Diese Fragen lassen sich nur durch die Methode der Infuse zur Entscheidung bringen; denn wenn wir das Tier töten und den Magen sogleich zur Untersuchung herausnehmen, so erhalten wir das Organ so, wie es im Moment des Erlöschens der Thätigkeit beschaffen war, und wir können somit durch das Mageninfus Aufschluß darüber erhalten, ob wenig, viel oder gar kein Ferment in den Magendrüsen vorhanden war; wir können auch vermittelst dieser Methode die relative Digestionsfähigkeit zweier oder mehrerer Magen vergleichen, welche von Tieren herstammen, die während des Lebens künstlich hergestellten, voneinander verschiedenen Experimentalbedingungen unterworfen waren. Diese Methode eignet sich auch allein zum Studium der Chemie der Verdauung, durch sie ist es uns allein möglich, die successive auftretenden Veränderungen festzustellen, welche die Eiweißkörper erleiden, die Übergangsformen ausfindig zu machen, welche dieselben durchmachen, bevor sie definitiv die Natur der Peptone annehmen [1].

Schiff war es, welcher soviel als möglich beide Methoden kombinierte, sie bei einer sehr großen Anzahl von Tieren anwendete, die

[1] Für alle diese Versuche verwendet man vorzugsweise Eialbumen, welches durch Kochen zur Gerinnung gebracht und in kleine Würfel zerschnitten worden ist. Dasselbe hat große Vorzüge: sein opakes Weiß macht es leicht in den verschiedensten Mischungen erkennbar, es ist unlöslich in Wasser, Speichel und im pepsinfreien Magensaft, nur äußerst wenig und langsam löslich in sehr verdünnten Säuren, endlich kann man schon durch die Art der Wirkung der physiologischen, peptonisierenden Agentien an dem Eialbumen erkennen, ob das vorhandene Ferment das des Magens oder das des Pankreas (Trypsin) ist. Handelt es sich darum, den Gang der Auflösung im Innern des lebenden Magens zu beobachten, dann bringt man Eiweißwürfel in Tüllsäckchen oder in kleine Seidennetze, welche man zu jeder Zeit wieder aus dem Magen herausziehen kann, um den Inhalt zu untersuchen. Allerdings ist die Verdauung dieser Stückchen ein wenig verlangsamt, aber im allgemeinen ist die Differenz zwischen ihnen und den frei im Magen liegenden kaum merklich.

Versuchstiere selbst unter experimentell hergestellten, voneinander abweichenden Bedingungen lange Zeit beobachtete und infolgedessen im stande war, einige der wichtigsten Probleme zu lösen; ihm gelang es, ausfindig zu machen, warum und wann der lebende Magen einen an Pepsin reichen oder armen oder von jenem Ferment freien Saft secerniert, unter welchen Umständen das Pepsin wieder im Magensaft erscheint, aus welchen Gründen der tote Magen bald ein Minimum, bald ein Maximum von verfügbarem Pepsin enthält.

Da ich so glücklich war, als Assistent an einem großen Teil der Untersuchungen SCHIFF's über diesen Gegenstand teil zu nehmen, so bin ich in der Lage, genau und sicher über jene Erscheinungen zu berichten, welche ich hundertmal selbst gesehen und beobachtet habe.

II.

Machen wir die Annahme, wir hätten mehrere Hunde mit großen Magenfisteln, welche, schon längst wiederhergestellt von den Folgen des operativen Eingriffs, vollständig gesund sind, sich eines guten Appetites und einer vorzüglichen Verdauung erfreuen. Wenn wir die Verdauung gemischter und verschiedener Mahlzeiten bei ihnen regelmäßig beobachten, so kommen wir zu folgendem allgemeinem Resultat: Die Einführung der Nahrungsmittel erzeugt eine Kongestion (Blutzufluß) der Magenschleimhaut und eine reichliche Absonderung von Magensaft. Der Verdauungsprozeß beginnt sogleich, die Intensität desselben wächst während mehrerer Stunden; dann nimmt sie ab. Bis hierher ist der Vorgang ungefähr derselbe in den verschiedenen Fällen, aber das Endresultat ist nicht dasselbe; denn zwei Möglichkeiten sind vorhanden:

1) Entweder leert sich der Magen nach einer mehr oder weniger schnellen Verdauung gänzlich; sein Inhalt ist zweifellos teilweise absorbiert, teilweise durch seine Bewegungen in das Duodenum befördert worden.

2) Oder der Verdauungsprozeß kommt zum Stillstand, nachdem er seine normalen Perioden der Zunahme und Abnahme durchlaufen hat, der Magen enthält infolgedessen noch mehr oder weniger beträchtliche Mengen von Speisen und die nicht verdauten Überreste bilden in diesem, übrigens seltenen Falle eine kompakte und verhältnismäßig wenig durchtränkte Masse, welche bisweilen während mehrerer Stunden unverändert bleibt.

Um die Bedeutung dieser Vorgänge zu verstehen, muß ein ergänzender Versuch gemacht werden. Wenn der Magen sich geleert hat oder der Verdauungsprozeß zum Stillstand gekommen ist, müssen durch die Magenfistel Eiweißwürfel eingeführt werden. Ist dieses geschehen, nachdem der Magen sich ganz entleert hat, dann sieht man in der Mehrzahl der Fälle, daß die Oberfläche der Stücke bald beginnt sich aufzulockern, ihre Ecken und Kanten sich abzustumpfen und sich zu runden, das Volumen sich zu vermindern; kurz die Verdauung der Stücke beginnt sogleich und macht schnelle Fortschritte. Bisweilen jedoch, wenn auch nicht oft, bleiben die Eiweißwürfel lange

Zeit, selbst während mehrerer Stunden ohne jede Veränderung. Im allgemeinen ist also der Magen nach einer beendeten Verdauung, wenn er sich ganz entleert hat, im stande, den Verdauungsprozeß fortzusetzen (A), doch in einigen Fällen vermag er nicht, einen neuen Verdauungsprozeß sofort wieder einzuleiten (B). Endlich in jenen wenigen Fällen, in welchen der Magen sich nicht ganz entleert, und die Verdauung dennoch, und trotz der Gegenwart der Speisereste, stockt, wird das eingeführte Eiweiß niemals sofort verdaut, sondern bleibt während mehrerer Stunden ohne sichtliche Veränderung im Magen liegen (C). In diesen Fällen kann offenbar der Verdauungsprozeß nicht sofort wieder eingeleitet werden. Ich habe das Wort »sofort« unterstrichen, denn wartet man eine genügende Zeit, dann sieht man den Verdauungsprozeß wieder allmählich in Gang kommen; mit Hilfe der Methode der Infuse konnte man auch feststellen, daß der Magen eines Tieres, welches durch langes Fasten in das Stadium der Inanition gekommen ist, reichlich Pepsin enthält; es ist dieses ein Umstand, auf den ich am passenden Ort wieder zurückkommen werde.

Der erste und als häufigster geschilderte Verdauungsvorgang läßt somit zwei Möglichkeiten zu, welche anscheinend nicht verschieden, im Grunde doch sehr voneinander abweichen, A und B; der zweite, wenig häufige Verdauungsvorgang läßt nur eine Möglichkeit C zu; doch wenn man diese genauer überdenkt, so findet man, daß C der mit B bezeichneten Möglichkeit vollständig gleicht. In beiden Fällen, B und C, ist das Nichtverdautwerden des Albumens ein Beweis dafür, daß der Magen keinen wirksamen, pepsinhaltigen Magensaft mehr zu liefern vermag, während dies in dem Falle A stattfindet. Es sind daher nur zwei Fälle vorhanden, A und B (= C), die sich dadurch unterscheiden, daß in dem ersteren der Magen noch Pepsin secernieren kann, während in dem letzteren dieses nicht mehr der Fall zu sein scheint; der Magen scheint seinen ganzen Vorrat erschöpft zu haben und einer gewissen Ruhezeit zu bedürfen, bevor er wiederum Pepsin zu liefern vermag. Worin liegt nun der Grund dieser Verschiedenheit? Sehen wir nach, ob uns das Versuchsjournal hierüber Aufschluß geben kann. Jedesmal wenn unsere Hunde eine mäßige Menge leicht verdaulicher Nahrungsmittel bekamen, z. B. eine Brot- oder Fleischsuppe, Milch oder rohes Fleisch, trat der Fall A ein, oft dagegen, wenn unsere Hunde gierig eine sehr reichliche Mahlzeit verschlangen, welche viele unverdauliche Stücke enthielt, wie Sehnen, Bänder, Knorpel, trat jener Fall B oder C ein. Wir können uns in dem letzten Falle den Versuch mit kubischen Albumenstückchen ersparen, denn die Natur selbst hat ihn für uns angestellt durch jene ungelöst zurückgebliebenen Nahrungsmittel. Unser Versuch hat ja in Wirklichkeit keinen andern Zweck als den, die Verdauungsfähigkeit des Magens durch ein in Wasser, Speichel und pepsinfreiem Magensaft unlösliches Nahrungsmittel zu erproben. Besser ist es freilich, den Magen durch die Fistel zu entleeren, ihn auszuspülen und die unverdaulichen oder unverdauten Speisereste durch Eiweißwürfel zu ersetzen. Aus allem diesem ergibt sich als sicheres Resultat mithin folgendes: Die Verdauung einer überreich-

lichen Mahlzeit erschöpft die Verdauungsfähigkeit des Magens und macht ihn wenigstens während mehrerer Stunden unfähig, von neuem pepsinhaltigen Magensaft zu liefern.

Infolge dieses Ergebnisses hat die experimentelle Methode einen bedeutenden Fortschritt gemacht, denn wir haben für alle ferneren Beobachtungen über die die Produktion des Pepsins begünstigenden Umstände einen sicheren und bestimmten Ausgangspunkt gewonnen; man braucht zu diesem Zwecke nur dem Tiere eine überreiche Mahlzeit vorzusetzen, durch welche sein disponibles Pepsin aufgebraucht wird, und muß die Beobachtung erst dann beginnen, wenn man sicher ist, wirklich dieses Resultat erlangt zu haben. Da es aber nicht ganz leicht ist, diesen Zustand auf die angegebene Weise herbeizuführen, so ist es gewiß von Nutzen zu wissen, daß man sicher dieses Ziel erreicht, wenn man die Tiere vorher 24 bis 36 Stunden fasten läßt und ihnen darauf ein Lieblingsfutter in beliebiger Quantität, z. B. Pferdefleisch reicht, ohne ihnen nachher zu trinken zu geben. Ein starker, kräftiger und freßgieriger Hund kann unter diesen Umständen 2 bis 3 kg Fleisch verzehren. Darin besteht die »vorbereitende Mahlzeit« Schiff's.

Jetzt können wir weiter gehen. Erzeugen wir durch ein gutes Vorbereitungsmahl einen temporären Zustand von gänzlichem Pepsinmangel, von dessen Beginn an wir die für die Wiederherstellung der Verdauung und somit für die Produktion von neuem Pepsin günstigen Bedingungen studieren wollen. Vergewissern wir uns ferner, daß der Magen vollständig leer ist. Bringen wir jetzt Albumen in denselben, dann wird dasselbe nicht verdaut. Worin haben wir den Grund zu suchen? Das Fehlen von Flüssigkeit kann die Ursache dieser Erscheinung nicht sein; denn geben wir den Tieren zu trinken oder gießen wir durch die Magenfistel Wasser direkt in den Magen, dann bleibt der Zustand unverändert, der Verdauungsprozeß kommt nicht in Gang, das Albumen bleibt intakt. Auch der Mangel an Säure verursacht diesen Zustand nicht; denn die Reaktion des Mageninhalts ist eine saure. Wenn wir aber anstatt des Wassers und Albumens den Tieren in diesem Zustande ein frisches Mahl geben würden, so würde es nicht während mehrerer Stunden — 5 oder 6, bisweilen auch 8 bis 10 — wie das Albumen oder wie die Überreste der vorausgegangenen Mahlzeit unverändert bleiben, sondern es würde verdaut werden und mit ihm auch das Albumen; denn es ist doch mehr als wahrscheinlich, daß 12 oder 14 Stunden nach dem ersten Mahle der Magen eines gesunden Hundes ein zweites muß verdauen können. In Wirklichkeit verhält es sich denn auch so, wie es vorauszusehen war. Das neue Mahl wird wie nichts verdaut, und mit ihm verschwindet spurlos das im Säckchen befindliche Albumen.

Wenn wir nun nach dem Unterschiede forschen, der zwischen den im Magen befindlichen Überresten des vorausgegangenen Mahles oder dem geronnenen Albumen und einem frischen Mahle besteht, wenn wir zu eruieren suchen, warum das frische Mahl die Fähigkeit hat, die aufgehobene Verdauung wieder in Gang zu bringen, so finden wir den-

selben in folgendem: Mit dem frischen Mahle führen wir in den Magen ein Gemisch von Nahrungsstoffen ein, von denen einige wenigstens in Wasser löslich und zum Teil auch in ihm schon gelöst sind; denn alle gebräuchlichen Nahrungsmittel enthalten in reichlicher Menge derartige Stoffe. Wenn nun die Wirkung des frischen Mahles in der That von diesem Umstande abhängt, so muß es uns gelingen, denselben Effekt zu erhalten, sobald wir einen Extrakt oder eine wässerige Abkochung verschiedener Nahrungsstoffe, welche von ihrem unlöslichen Rückstande befreit wurden, in den Magen einführen, und wir werden gleichzeitig in Erfahrung bringen, welche Nahrungsstoffe diese merkwürdige Eigenschaft besitzen, den Verdauungsprozeß wieder in Gang zu bringen.

Ich will hier das Ergebnis dreier derartiger Versuche mitteilen[1].

Drei Hunde mit ausgiebigen Magenfisteln, vollständig gesund und von gutem Appetit, erhalten ein reichliches Vorbereitungsmahl. Nach Beendigung des Verdauungsaktes wurden Tüllsäckchen mit Albumenstückchen in den Magen eingeführt mit oder ohne die angegebenen Substanzen; nach Verlauf von sechs Stunden wird das Albumen untersucht.

Erster Hund: Elf Beobachtungen, in denen nur Albumen eingeführt wurde; zweimal war noch ein Überrest des Fleisches des Vorbereitungsmahles nach 14 Stunden vorhanden; einmal wurde dieser Überrest im Magen zurückgelassen, beim zweitenmale aus ihm entfernt.

Aufgelöstes Albumen innerhalb sechs Stunden (in Kubikzentimetern): einmal 0,3, dreimal 0,1, siebenmal 0. — Bei zwei Beobachtungen bekommt das Tier Wasser zu trinken; Erfolg: die Menge des aufgelösten Albumens = 0. — Bei sieben Beobachtungen wird mit dem Albumen 100 g Brot, 200 g Fleisch etc. in den Magen eingeführt. Erfolg: die Menge des aufgelösten Albumens schwankt von 4,1 bis 6,8.

Zweiter Hund: Bei 13 Beobachtungen wurde nur Albumen eingeführt. Erfolg: die Menge des innerhalb sechs Stunden aufgelösten Albumens schwankt von 1,4 bis 2,9. — Bei zahlreichen Beobachtungen wird Albumen mit 20 bis 40 g Dextrin eingeführt. Erfolg: die Menge des innerhalb sechs Stunden aufgelösten Albumens schwankt von 5,2 bis 6,4.

Dritter Hund: Bei 11 Beobachtungen nur Albumen. Erfolg: aufgelöstes Albumen 0 bis 0,4. — Bei fünf Beobachtungen Albumen mit Wasser. Erfolg: aufgelöstes Albumen von 0 bis 0,8. — Bei 5 Beobachtungen Albumen, 250 g rohes Fleisch, 150 g Wasser. Aufgelöstes Albumen: 4,8 bis 6,1. — Bei 5 Beobachtungen Albumen, 250 g gekochtes Fleisch mit seiner Bouillon. Aufgelöstes Albumen: 6,4 bis 8. — Bei 2 Beobachtungen Albumen mit gesottenem, gehacktem und ausgelaugtem Fleisch; aufgelöstes Albumen einmal 0 und das

---

[1] Ich citiere absichtlich diese drei Beispiele, aus dem großen Werke Schiff's, weil sie einen genauen Einblick in seine Arbeiten gewähren. Ich habe oft ähnliche Versuche mit denselben Resultaten angestellt. Die Zahl der von Schiff beobachteten Hunde ist sehr beträchtlich. Der zweite Hund ist von besonderer Wichtigkeit, denn er gehört zu derjenigen Kategorie, bei denen es niemals gelang, das Pepsin vollständig zu erschöpfen.

zweite Mal 0,1. — Zahlreiche Beobachtungen mit Dextrin: Erfolg ähnlich dem mit der Bouillon.

Diese Versuche beweisen zur Evidenz,

1) daß das reine Wasser unwirksam ist; denn die Verdauung beginnt nicht von neuem.

2) Daß vorzügliche Nahrungsmittel, wie gekochtes Fleisch, ebenfalls unwirksam bleiben, wenn man ihnen ihre in Wasser löslichen Substanzen entzogen hat, sie verhalten sich dann eben wie das gekochte Albumen.

3) Daß wir den beabsichtigten Effekt nur erhalten, wenn wir mit dem Albumen den wässerigen Extrakt bestimmter Nahrungsmittel in den Magen einführen (gleichgültig ist es hierbei, ob der unlösliche Rückstand dieser Nahrungsmittel mit eingeführt oder zurückbehalten wird).

4) Diese Versuche beweisen ferner, daß die in kaltem Wasser löslichen und beim Kochen nicht gerinnenden Eiweißkörper des Fleisches sehr wirksam sind — ebenso wie die Peptone.

5) Daß das Dextrin, jene Übergangsform, welche die Stärke durchläuft, bevor sie zu Traubenzucker wird, ebenfalls sehr wirksam ist, während Stärke, Glykose, Rohrzucker unwirksam bleiben.

Diese Ergebnisse regen neue Fragen und neue Versuche an; denn es gilt jetzt zu entscheiden, ob die peptogenen Substanzen durch ihre Anwesenheit im Innern des Magens, durch ihren Kontakt und ihre Mischung, sei es mit den Nahrungsmitteln, sei es mit dem von der Magenschleimhaut secernierten Saft wirksam sind. Diese Annahme bestätigt sich nicht, denn wenn es der Fall wäre, dann würde es schon genügen, in einer Flasche eine Dextrinlösung oder einen Fleischauszug (oder besser noch Pepton) mit dem unwirksamen Magensaft unserer Hunde zu mischen, um diesen letzteren wieder wirksam werden zu sehen. Ein derartiger Versuch bleibt aber immer erfolglos, im Gegenteil: je beträchtlicher die hinzugefügte Menge der Substanz ist, um so mehr ist die Verdauung im Glase behindert und verlangsamt und kann selbst vollständig gehemmt werden. Doch im lebenden Magen ist es sehr schwierig, durch dieselben Substanzen die Verdauung zum Stillstand zu bringen. Dies liegt offenbar daran, daß dieselben dort nicht unbestimmt lange liegen bleiben wie in der Glasflasche, sondern sehr schnell absorbiert werden (ganz abgesehen davon, daß ein Teil in den Darm befördert wird, auf den ich später noch zurückkommen werde). Man könnte glauben, daß die Absorption, durch die Magenschleimhaut dasjenige Moment bilde, welches den Wiedereintritt der Sekretion eines pepsinhaltigen Magensaftes begünstigt; doch eine solche Annahme ist unbegründet; denn wir wissen ja, daß die Absorption von klarem Wasser, von löslicher Stärke oder Glykose ebenso wie die von mehreren anderen Substanzen (z. B. von Alkohol) keine pepsinerzeugende Wirkung hat, mithin kann der Vorgang der Absorption als solcher nicht das wirksame Moment sein, wohl aber die Absorption bestimmter Substanzen, und die Hauptbedingung für den Eintritt des Erfolges scheint das Eindringen dieser peptogenen Substanzen in das zirku-

lierende Blut zu sein. Wenn dies der Fall ist, dann müssen wir denselben Erfolg auch erzielen, wenn wir die Peptogene auf einem andern Wege als gerade durch den Magen in das Blut überführen. Diese Folgerung wird durch den Versuch vollauf bestätigt; denn ob wir die Peptogene (durch den Mund oder durch die Fistel) in den Magen schaffen oder ob wir sie (mit Hilfe des Klystiers) in das Rectum befördern oder ob wir sie endlich in das subkutane Zellgewebe injizieren, das ist von keiner Bedeutung, in allen Fällen tritt der beabsichtigte Erfolg ein. Allerdings kommt die pepsinogene Wirkung in diesen Fällen langsamer und weniger energisch zum Vorschein, doch dies erklärt sich leicht durch die geringere Menge der wirksamen Substanz, welche man auf diesen Wegen in das Blut überführen kann, und durch die viel kleinere Absorptionsfläche. Hingegen zeigt sich die pepsinogene Wirkung schneller und energischer, wenn man anstatt auf Umwegen die Peptogene durch Injektion in eine Vene unmittelbar in das zirkulierende Blut überführt.

Es ist somit erwiesen, daß die Hauptbedingung für den Wiedereintritt der Sekretion eines wirksamen, pepsinhaltigen Magensaftes bei erschöpftem Magen darin besteht, daß Peptogene in dem zirkulierenden Blute anwesend sind. Mit bezug auf den Eingangsort der Peptogene in das Blut muß ich noch eine wissenschaftlich ebenso interessante, als praktisch wichtige Ausnahme erwähnen — eine Ausnahme, die (was wohl zu beachten ist) unsere Regel bestätigt. Wenn man nämlich eine als wirksam erkannte Dosis von Peptogenen in den Dünndarm einschließlich des Zwölffingerdarms einführt, so bleibt ein sichtbarer Erfolg aus; man kann ihn zwar erzwingen, aber man muß alsdann Schlag auf Schlag enorme Quantitäten einführen. Die Peptogene scheinen im Darme eine gewisse Veränderung zu erleiden, und man ist anfänglich zu der Annahme geneigt, daß die Darmsäfte sie vielleicht verändern; doch die hierauf abzielenden Versuche ergeben in dieser Hinsicht durchaus negative Resultate. Wenn sie jene Veränderung nicht im Darm erleiden, so muß dieses außerhalb desselben der Fall sein, sie müssen in den Venen und Lymphgefässen alteriert werden. Naheliegend wäre es nun, anzunehmen, daß die Venen der Ort der Veränderung seien, weil die Lymphgefäße besonders Fett absorbieren; doch diese Annahme ist nicht angängig, denn die Magenvenen vereinigen sich mit den Gekrösvenen, bevor das Venenblut durch die Leber fließt, wo vielfache und wichtige chemische Veränderungen vor sich gehen, mithin kann die in Frage stehende Veränderung im System der Pfortader sich nicht vollziehen. Hiermit stimmt auch das Versuchsergebnis überein; denn wenn man Peptogene in eine Gekrösvene injiziert, so macht sich ihre gewohnte Einwirkung geltend. Man muß daher zugestehen, daß sie im Dünndarm durch die Lymphgefäße absorbiert und im Verlaufe der letzteren verändert werden, bevor die Lymphe in den Ductus thoracicus gelangt. Höchstwahrscheinlich findet die Veränderung in den Lymphdrüsen statt, welche in die Lymphbahnen eingeschaltet sind. Im übrigen wissen wir über die Art und Natur der Veränderung durchaus nicht das Geringste.

In praktischer Hinsicht ist diese Thatsache von beträchtlicher

Wichtigkeit; denn hierdurch wird es uns allein möglich, auf eine rationelle Weise die Indigestion zu erklären, und was noch mehr sagen will, wir erlangen hierdurch ein ganz zuverlässiges Mittel, um die Indigestion schnellstens zu beseitigen. Wir haben gesehen, daß bei reichlichen und schwer verdaulichen Mahlzeiten der Verdauungsprozeß sich allmählich verlangsamt und endlich vollständig erlischt, weil der secernierte Magensaft pepsinfrei ist und es auch während einer variabeln Zeit, sicherlich während sechs Stunden bleibt; aber wir hatten auch gefunden, daß man die Sekretion eines pepsinhaltigen Magensaftes wieder in Gang bringen kann, wenn dem Tier gute Peptogene per os oder per anum zugeführt werden. Welchen Verlauf nehmen nun die Erscheinungen in solchen Fällen? Die einmal begonnene Verdauung schreitet lawinenartig vorwärts, immer schneller und schneller ist ihr Verlauf, die nur aufgelösten oder auch schon verdauten Nahrungsmittel werden massenhaft absorbiert; der Magen secerniert reichlich Magensaft, der an Pepsin reich ist, zu gleicher Zeit werden aber auch die Magenbewegungen immer lebhafter, häufiger und energischer und treiben den größten Teil des flüssigen Mageninhalts in den Darm hinein, dort verlieren diese Flüssigkeiten (welche bei einer Absorption von seiten des Magens die Rolle von Peptogenen gespielt haben würden) die Wirkung; im Magen bleibt eine Masse zurück, welche relativ zu dicht und zu trocken ist, um schnell absorbiert zu werden, die Pepsinsekretion verlangsamt sich zuerst und versiegt endlich vollständig und die »Indigestion« ist dadurch geschaffen. Doch die bereits erwähnten Versuchsergebnisse zeigen uns auch das Mittel an, um die bestehende Indigestion zu vermeiden oder zu beseitigen, auch ist dieses Mittel fast immer von prompter Wirkung, wie ich oft bei Tieren und Menschen zu beobachten Gelegenheit hatte, vorausgesetzt, daß es sich um ein vollständig gesundes Individuum handelt, welches sich durch einen Exzeß im Essen eine einfache Indigestion zugezogen hat (infolge der Aufnahme von schwer verdaulichen und zu wenig wässerigen Extrakt liefernden Speisen). Es genügt in solchen Fällen oft schon, wenn man bei den ersten Anzeichen einer verlangsamten Verdauung in Zwischenräumen von 10 bis 15 Minuten zwei oder drei Gläser Wasser trinken läßt, um alles wieder in Ordnung zu bringen; besser ist es freilich noch, besonders wenn die Verdauungsstörung schon sehr vorgeschritten ist, gute Fleischbouillon oder Dextrin nehmen zu lassen; die Indigestion verschwindet dann in der Mehrzahl der Fälle, um nicht zu sagen stets, unglaublich schnell. Es ist dies eine rein empirische Erfahrung, aber sie dient dem wissenschaftlichen Versuch zur Stütze, und wird von ihm bestätigt und erklärt.

Die Theorie, welche Schiff vor zwanzig Jahren aufstellte, indem er sie auf den Thatsachen basierte, deren Entdeckung wir seinen langen und mühsamen Arbeiten verdanken, könnte man folgendermaßen formulieren: Während der ersten Stunden nach beendigter Verdauung einer reichlichen Mahlzeit liefert der Magen einen Saft, welcher zwar sauer reagieren kann, aber kein Pepsin enthält; denn der Vorrat von Pepsin in der Magenschleimhaut ist aufgebraucht worden und dem Blute

scheinen während einiger Zeit (mehrerer Stunden) die Materialien zu fehlen, welche für die Erzeugung von neuem Pepsin erforderlich sind. Doch die Magenschleimhaut fängt bald wieder an, von neuem Pepsin zu liefern, sobald gewisse Substanzen, die »Peptogene«, durch Absorption oder Injektion in das Blut gelangt sind und dieselben nicht vorher die Darmlymphgefäße passieren mußten. Die Peptogene scheinen mithin dem Blute die Materialien zu liefern, aus denen die Pepsindrüsen das Pepsin bereiten.

Heute muß dieser Satz modifiziert werden, denn er berücksichtigt nicht die Thatsachen, welche spätere Versuche den durch Schiff gewonnenen Resultaten hinzufügten und welche nach der Ansicht einiger die Schiff'schen Entdeckungen zu widerlegen schienen, wie klar es auch für andere sein mag, daß der Fortschritt der Wissenschaft nur die Theorie vernichten kann, niemals aber die Thatsachen selbst. Die von Schiff konstatierten Thatsachen sind ebenso sicher begründet und ebenso unerschütterlich als irgendwelches zum Abschluß gekommene Ergebnis der Physiologie. Seine Versuche sind so einfach, so leicht zu wiederholen, und geben so beständige und handgreifliche Erfolge, die Unterschiede sind gemäß den experimentell hergestellten Bedingungen so enorme, daß man es kaum fassen kann, wie die Mehrzahl der Physiologen, welche dieselben Versuche zu wiederholen bemüht waren, dabei keinen Erfolg erzielte, und wie es möglich war, daß sie während langer Jahre so wenig Beachtung fanden. Meiner Ansicht nach erklärt sich dies nur dadurch, daß jene Forscher nicht streng genug alle vorgeschriebenen experimentellen Bedingungen erfüllt haben, wie sie Schiff angab, und daß sie, durch die ersten mißglückten Versuche entmutigt, es unterließen, die Beobachtungen öfter anzustellen; auf diesen Umstand werden wir noch später zurückkommen. Für den Augenblick und bevor ich den Paragraphen schließe, muß ich den Leser bitten, einen Augenblick zu überlegen, ob nicht die Untersuchungen Schiff's, in ihrer Gesamtheit betrachtet, in sich selbst den Beweis ihrer Richtigkeit enthalten; denn jeder Teil ist nicht nur für sich selbst einleuchtend, sondern bildet auch eine vollkommene Kontrolle und einen unanfechtbaren Beweis für die Richtigkeit der andern. Die Versuche jeder Versuchsreihe sind sämtlich genau in derselben Weise ausgeführt worden, die Bedingungen sind, soweit dies überhaupt möglich ist, dieselben — nur die eine Bedingung, die gerade untersucht werden soll, ist quantitativ, qualitativ und in anderer Weise modifiziert worden; es bezieht sich dieses auf die Anwesenheit oder Abwesenheit der Peptogene, auf die Wahl der einen oder der andern von diesen Substanzen, auf ihre Einführung durch den Magen oder auf einem andern Wege etc. Bildet nicht offenbar die Unwirksamkeit gewisser Substanzen (z. B. des Wassers, des Rohrzuckers, des Traubenzuckers) eine Kontrolle und einen unanfechtbaren Beweis für die Wirksamkeit gewisser anderer Substanzen (z. B. des Dextrins, der Peptone, der Fleischbouillon)? Wird nicht offenbar diese Wirksamkeit von neuem und zum zweiten Male kontrolliert und erwiesen dadurch, daß dieselben Substanzen unwirksam sind, sobald man sie anstatt per os oder per anum durch den

Dünndarm in das Blut überführt? Außerdem werden diese beiden Versuchsreihen, von denen eine jede Kontrolle und Beweis in sich enthält und die sich gegenseitig kontrollieren und beweisen, zum dritten Male durch eine neue Versuchsreihe kontrolliert und bewiesen: denn wenn dieselben Peptogene, je nachdem sie in eine Mesenterialvene injiziert oder durch die Lymphgefäße absorbiert werden, im ersten Falle sich wirksam, im zweiten dagegen sich unwirksam erweisen, so ist dies doch ein neuer dritter Beweis für die ihnen vindizierten Eigenschaften. Mehr kann doch kaum geschehen, um wissenschaftlich die Richtigkeit eines Faktums zu beweisen. Aber SCHIFF hat sich auch damit noch nicht begnügt. Er stellte folgende Überlegung an: wenn der momentane Stillstand der Magenverdauung oder, was dasselbe sagen will, wenn die vorübergehende Apepsie des Magensaftes wirklich durch den Übertritt der Peptogene in den Dünndarm verursacht ist, so muß die verdauende Kraft des Magens beträchtlich sich erhöhen, sobald die Fortbewegung des Mageninhalts in den Dünndarm gehindert wird. SCHIFF stellte auf Grund dieses Räsonnements eine neue Serie zahlreicher Versuche an, bei denen die Ligatur des Pylorus zur Anwendung kam, und erhielt eine vollständige Bestätigung seiner Überlegungen; denn der Magen entfaltete eine geradezu überraschende Wirkungsfähigkeit, er verdaute bisher unerhörte Mengen von Nahrungsmitteln, und lieferte somit einen vierten Beweis, der abermals alle vorhergehenden Reihen kontrolliert und sicher stellt.

Doch wir haben noch nicht der Versuche Erwähnung gethan, bei welchen die Methode der Infuse zur Verwendung kam, und wollen uns daher jetzt mit diesen beschäftigen[1].

III.

Ich habe es mir für einen besonderen Abschnitt vorbehalten, über die mit Hilfe der Infusmethode angestellten Versuche zu berichten, welche als Kontrolle der durch die Fistelmethode erlangten Resultate zu dienen geeignet sind. Denn der Infusmethode verdanken wir einen sehr wichtigen Fortschritt in unserer Erkenntnis der Pepsinentstehung; es ist dies

---

[1] Die zahlreichen Versuchsreihen Schiff's an Kaninchen lasse ich hier ganz außer Betracht; ich sehe nicht ein, wozu man zu einem bestimmten Zwecke gerade die Tierspezies benutzen soll, die sich am wenigsten dazu eignet. Übrigens läßt sich mit etwas Übung und Geduld der Einfluß der Peptogene auch am Kaninchen sehr gut nachweisen. Allerdings muß man sich aber nicht mit einem einzigen halbmißlungenen und halbgelungenen Versuch begnügen, wie dies z. B. zwei jungen Anfängern im Würzburger Laboratorium vor etwa 15 Jahren passiert ist: sie opferten zwei Kaninchen, von denen eines eine Dextrineinspritzung ins Blut bekam; noch während des Lebens verdaute letzteres etwas mehr als das andere und sein Mageninfus verdaute ebenfalls mehr. Trotz dieses für einen ersten Versuch sehr ermutigenden Resultates und trotzdem, daß der Versuch also doch zu Schiffs Gunsten ausgefallen war, haben die jungen Forscher leider auf Wiederholung desselben verzichtet. Derartige Anfänge von Untersuchungen, ohne Fortsetzung, sind von vielen als gegen die Schiff'schen Resultate beweisend betrachtet worden. Proben, die mit den selben Infusen später angestellt wurden, haben für unsere Frage kein Interesse, aus Gründen, die bald einleuchtend erscheinen werden.

nach der Veröffentlichung des Werkes von Schiff ein Fortschritt, welcher uns zwingt, unsere Ansichten über den Ursprung und die Bildung des Pepsins wie auch über die Rolle, welche die »Peptogene« spielen, wesentlich zu modifizieren.

Schiff bediente sich für die Mageninfuse fast immer desselben Verfahrens. Die Tiere werden, sobald die zur Ausführung des Versuches beabsichtigten Bedingungen vorhanden sind, getötet, ihr Magen wird sofort herausgenommen und schnell ausgespült, darauf wird er in kleine Stücke zerschnitten, die in 200 g mit Salzsäure angesäuerten Wassers gebracht werden, das Gefäß mit samt dem Inhalt wird sofort in einen Brütofen gestellt, in der eine Temperatur von 40° C. herrscht. Nach Verlauf eines Zeitraumes von einer halben bis drei Stunden, welcher für dieselben Versuchsreihen immer der gleiche war und während dessen die Gefäße teils im Brütofen, teils außerhalb derselben sich befanden, goß man die Flüssigkeit ab und nahm von ihr ein bestimmtes Volumen, um dessen Verdauungskraft zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wurde die abgemessene Flüssigkeit mit einer bestimmten Quantität von in viereckige und ungefähr gleichgroße Stücke zerschnittenem, gekochtem Albumen in den Brütofen wieder zurückgebracht. — Durch diese Methode konnte man offenbar auf keine Weise die in jedem Magen vorhandene absolute Menge Pepsin bestimmen, doch es war unbillig, deswegen die Methode anzugreifen; denn dieses Ziel wollte man mit ihr gar nicht erreichen; sie sollte nur dazu dienen, dem Forscher eine ungefähre Vorstellung zu verschaffen von der Menge Pepsin, welche ein bestimmter Magen schnell an angesäuertes Wasser abgibt; man wollte mit Hilfe derselben nur in den Stand gesetzt werden, ohne großen Zeitverlust (mit Rücksicht auf die bedeutende Anzahl der anzustellenden Experimente) die an angesäuertes Wasser abgegebenen Pepsinmengen zweier oder mehrerer Magen möglichst schnell vergleichen zu können, nachdem die Tiere, von denen diese Magen herstammten, unter verschiedenen, experimentell hergestellten Bedingungen getötet worden waren. Bei dem damaligen Stande unserer Kenntnisse von der Bildung des Pepsins war Schiff außerdem durchaus im Recht, wenn er behauptete, daß die verdauende Kraft seiner gleichsam provisorischen Infuse dem ganzen disponibeln Vorrate von Pepsin, welcher in der Schleimhaut des infundierten Magens vorhanden ist, proportional wäre; er konnte somit auch schließen, daß der eine Magen im Moment des Todes mehr oder weniger Pepsin enthielt als der andere, und dies genügte auch völlig, um zu entscheiden, ob die Umstände, welche den lebenden Magen erschöpfen und seinen Saft apeptisch machen, dieses dadurch bewirken, daß sie wirklich die gesamte Menge von disponiblem Pepsin verbrauchen, und ob anderseits diejenigen Bedingungen, welche die Sekretion eines pepsinreichen Saftes schnell wieder in Gang bringen, dieses dadurch bewirken, daß sie die Drüsenelemente der Schleimhaut mit neuem Pepsin »laden«.

Das Ergebnis der zahlreichen zu diesem Zwecke angestellten Versuche hat den gehegten Erwartungen vollständig entsprochen. Es besteht eine unbezweifelbare Koinzidenz zwischen der verdauenden Kraft

des natürlichen Magensaftes und des künstlichen Saftes, der durch Infuse auf die angegebene Weise erhalten wurde. Es ist hier nicht der Ort, in technische Details einzugehen, ich begnüge mich daher zu bemerken, daß die Mageninfuse von Tieren, welche in voller Verdauung, sechs oder sieben Stunden nach der Mahlzeit oder zwei oder drei Stunden nach Einführung der Peptogene getötet wurden, sofort die Eiweißwürfel zu verdauen beginnen, sie schnell verdauen und in genügend großer Menge (50 bis 100 und sogar 150 g); dagegen kann man immer beobachten, daß das Mageninfus von Tieren, welche sofort oder bald nach beendigter Verdauung des Vorbereitungsmahles getötet wurden, nur zögernd die Eiweißwürfel zu verdauen beginnt und sie langsam und in verhältnismäßig geringer Menge verdaut (kaum 10 oder 12 g). Über dieses letzte Faktum wird der Leser gewiß erstaunen, da ja der natürliche Magensaft dieser Tiere im Moment des Todes vollständig apeptisch war; dies Ergebnis tritt aber regelmäßig ein, wenn man es nicht gerade mit kranken Tieren zu thun hat, besonders mit solchen, die am Wundfieber oder an einem andern Fieber leiden. Dieser Widerspruch ist auch nur scheinbar, er erklärt sich leicht auf folgende Weise: die Drüsenzellen des Magens enthalten reichlich Ferment, welches sie leicht an den in den Magen fließenden Saft abgeben; je länger aber die Sekretion dauert, um so weniger leicht geben sie jenes Ferment ab; wenn daher die Verdauung lange dauert und schwer vor sich geht und wenn der größte Teil des disponibeln Ferments verbraucht ist, dann geben jene Zellen nur schwer noch Ferment ab und hören damit endlich früher oder später gänzlich auf; trotzdem bleibt ein letzter Rest von Ferment, welchen das Protoplasma der Zellen noch enthält, erhalten, und dieser Rest ist es, welchen wir in den Infusen wiederfinden. Wir erhalten daher vollständig pepsinfreie Infuse nur dann, wenn wir fiebernde Tiere zu den Versuchen benutzen; denn der Fieberprozeß hebt die Produktion der peptonisierenden Fermente des Magens und des Pankreas vollständig auf (ebenso die des in der Leber gebildeten Glykogens)[1]. Man kann mithin den Satz aufstellen: wenn sich viel Pepsin im natürlichen Magensaft vorfindet, dann ist das Pepsin auch in dem Infus in reichlicher Menge vorhanden, wenn dagegen kein Pepsin im natürlichen Magensaft enthalten ist, dann finden sich auch nur sehr geringe Mengen davon in dem Infuse; mithin sehen wir, daß das Vorbereitungsmahl einerseits und die Absorption der Peptogene anderseits in beiden Fällen dieselbe Wirkung entfalten. Das erstere verbraucht den gesamten Vorrat an Ferment, der in der Schleimhaut vorhanden ist, die letzteren führen der Schleimhaut neuen Vorrat an Pepsin zu. Hiermit stimmt auch die Thatsache überein, daß man das Maximum von Pepsin in den Mageninfusen erhält, wenn den Tieren bald nach der Einführung der Peptogene der Pylorus abgebunden wurde oder dieselben durch Inanition starben. Dieses Resultat erhalten wir durch die Methode der provisorischen Infuse. Schiff wußte aber auch schon seit langer Zeit, daß man, um eine voll-

[1] In diesem Falle allein sind und bleiben die Mageninfuse apeptisch; wie man sie auch zubereiten mag, man erhält aus solchen Magen nicht mehr Pepsin, als man aus einer des Glykogens beraubten Leber Zucker bekommt.

ständigere Extraktion zu erhalten, welche nicht bloß eine rasche Schätzung des relativen Reichtums verschiedener Magen an Pepsin, sondern auch eine exakte Ermittelung des wirklich in jedem Magen vorhandenen Pepsinvorrats ermöglicht, in anderer Weise verfahren und besonders zwei Faktoren von der größten Wichtigkeit modifizieren muß. Es ist dies erstens die Quantität des angesäuerten Wassers, in welches man die Schleimhaut hineinbringt, und zweitens die Zeit, welche für die Extraktion gewährt wird. Die verdauende Kraft der erhaltenen Infuse wächst im allgemeinen proportional der Zunahme dieser beiden Faktoren. Wenn wir z. B. die zerstückelte Schleimhaut eines und desselben Magens in drei gleiche Teile teilen und den einen durch 50, den andern durch 500 und den dritten durch 5000 g angesäuerten Wassers während mehrerer Tage extrahieren lassen, so werden unsere Infuse eine Quantität gekochten Albumens verdauen, welche täglich größer wird, und zwar wird dies um so mehr der Fall sein, je beträchtlicher die Menge des Lösungsmittels ist. Es ist aber leicht ersichtlich, daß nur bis zu einer gewissen Grenze die Vermehrung des Lösungsmittels und die Verlängerung der Extraktionszeit eine Erhöhung der verdauenden Kraft der Infuse zur Folge haben kann, da man ja endlich einmal ein Infus erhalten muß, in welchem der gesamte in der infundierten Schleimhaut vorhanden gewesene Vorrat an Pepsin enthalten ist. Hat man diese Grenze einmal erreicht, dann kann man auch durch die Bestimmung der gesamten Quantität von gekochtem Eiweiß, welche ein solches Infus verdaut, leicht die absolute Verdauungskraft des betreffenden Magens feststellen. Dieses Problem ist in dem 1867 von Schiff veröffentlichten Werke kaum angedeutet, später stellte er hierauf bezügliche Versuche an, über deren Ergebnis A. Mosso (gegenwärtig Professor in Turin, damals im Laboratorium zu Florenz arbeitend) einen kurzen Bericht im Jahre 1872 veröffentlicht hat. Das Ergebnis dieser Versuche fiel glänzender aus, als es hatte vermutet werden können. Jene in Frage kommende Grenze wird erreicht, wenn man die Magenschleimhaut eines mäßig großen Hundes in der enormen Quantität von 200 Litern angesäuerten Wassers während ungefähr fünfzehn Tagen infundiert. Ein solches Infus verdaut bis 75 kg Albumen! So überraschend auch diese Zahlen sind, so sind sie dennoch vollständig begründet und genau; Schiff und Mosso staunten selbst hierüber und wiederholten unzählige Male die Versuche, um ihrer Sache ganz sicher zu sein. Jedesmal, wenn das Tier groß und gesund war und sich unter den günstigsten Bedingungen befand, damit sein Magen das Maximum von Ferment lieferte, erhielt man dieses fabelhafte Resultat. Mosso macht darauf aufmerksam, daß ein Magen, der fähig wäre, 75 kg Albumen zu verdauen, in der Wirklichkeit nicht vorkommt, denn der freßgierigste Hund kann kaum den zwanzigsten Teil dieser Menge verdauen. Mithin ist die wirklich im Magen vorhandene Verdauungsfähigkeit eines starken Hundes, der kein Pepsin aufgebraucht hat, bedeutend größer, als sie für die zu verdauenden Mengen erforderlich wäre. Es sind jedoch die im lebenden Magen bestehenden Umstände derartig beschaffen, daß niemals die ganze Menge secernierten Pepsins vollständig ausgenutzt werden kann (ganz abgesehen von jener Menge, die immer in den Drüsen zurückbehalten wird);

ich will nur einiges erwähnen, um dies klar zu machen. Es ist offenbar unmöglich, jene enorme Quantität Wasser in den Magen zu schaffen, ohne welches $^9/_{10}$ des vorhandenen Pepsins ihre Wirksamkeit nicht entfalten können. Der Grund für diesen Pepsinüberfluß scheint darin zu liegen, daß es für den Organismus wichtiger ist, sein Mahl so schnell als möglich zu verdauen, als mit der geringsten Menge von Pepsin jene Arbeit zu bewältigen, auch steht es fest, daß die sehr verdünnten Infuse sehr langsam verdauen. Das überflüssige Pepsin wird wahrscheinlich zum großen Teil im Darm vernichtet, zum Teil vielleicht absorbiert, denn man findet immer mehr oder weniger von ihm im Urin. Dieser Umstand weist auch darauf hin, daß es nicht von neuem von den Magendrüsen verwertet wird; wenn es sich anders verhielte, wäre es auch unmöglich, so leicht durch ein Vorbereitungsmahl Apepsie zu erzeugen, und gäbe es überhaupt keine Indigestion — oder nur »nervöse« Indigestionen — während die von überreichen Mahlzeiten verursachten bei weitem die häufigsten sind.

Das Interessanteste an diesen Ergebnissen ist die Beobachtung, daß die Verdauungskraft der Infuse von großem Volumen nicht sogleich ihr Maximum erreicht, sondern allmählich von Tag zu Tag sich vergrößert; man könnte meinen, daß das Pepsin während der ganzen Zeit unaufhörlich neu gebildet werde, man ist fast zu der Annahme geneigt, daß die Schleimhaut ein Etwas enthalte, das nicht Pepsin selbst ist, aber allmählich dazu wird. Diese Vorstellung schwebte SCHIFF vor Augen, er that ihrer in einem kleine Kreise Vertrauter Erwähnung, jedoch treu seinem Prinzipe, niemals eine Hypothese zu veröffentlichen, bevor er dieselbe nicht genau und lange Zeit experimentell geprüft hatte, nahm er davon Abstand, sie zu allgemeiner Kenntnis zu bringen. Da erschienen die Untersuchungen GRÜTZNER's und EBSTEIN's, welche in Breslau unter HEIDENHAIN's Leitung angestellt worden waren, und verkündeten der wissenschaftlichen Welt eine der schönsten und wichtigsten Entdeckungen der Gegenwart, welche sich auf die Entstehung des Pepsins bezog: die genannten Forscher verwendeten bei ihren Versuchen eine neue Methode der Infuse, deren sich SCHIFF niemals bedient hatte und bei denen Glycerin als Vehikel (Infusionsflüssigkeit) diente — eine von v. WITTICH vorgeschlagene Methode, welche damals in Aufnahme kam. Sie stellten durch ihre Versuche fest, daß die Drüsenzellen des Magens das Pepsin nicht direkt bilden, sondern einen Körper, welcher unter bestimmten Umständen sich zu Pepsin umbildet und welchen sie »Pepsinogen« nannten[1].

Die Breslauer Schule studierte die Bildung und den Verbrauch dieses Propepsins auf das genaueste und entdeckte die wichtige Thatsache, daß während der Zeit, während welcher die Sekretion des Pepsins still steht, die Produktion des Propepsins im Gange bleibt. Das Pepsin bildet sich somit auf Kosten des Propepsins und die in der Schleimhaut enthaltene Menge des letzteren nimmt daher in dem Maße

[1] Diese Umbildung erfolgt nur allzu leicht in den Lösungsmitteln, welche man für die Verdauungsinfuse benutzt; sie vollzieht sich mit der größten Leichtigkeit in verdünnter Salzsäure; ein ganz sicheres Mittel, sie vollständig zu vermeiden, hat man leider noch nicht entdeckt; am besten wirkt eben das Glycerin.

ab, als das erstere frei wird, da der Verbrauch alsdann mit der Produktion nicht gleichen Schritt hält. Es ist daher am Ende eines Verdauungsvorganges das Propepsin auf sein Minimum herabgesunken; da es jedoch während des darauffolgenden Fastens unaufhörlich sich bildet und nicht verbraucht wird, so häuft es sich von neuem wieder in der Schleimhaut an, bis es zur Verdauung eines neuen Mahles Verwendung findet.

Alles dieses widerspricht offenbar in keiner Weise den durch Schiff konstatierten Thatsachen, sondern nur die von ihm gegebene Erklärung derselben ist durch diese Ergebnisse hinfällig geworden. Wenn, wie es der Fall ist, einerseits die Anwesenheit der Peptogene im Blut eine schnelle und reichliche Sekretion befördert, anderseits aber das Propepsin sich unabhängig von ihnen und von ihrer Anwesenheit bildet, so können die Peptogene offenbar nicht als die Bildungsmaterialien des Propepsins betrachtet werden, wohl aber müssen sie von nun an als ein sehr wesentlicher Faktor für die Umbildung des Propepsins in Pepsin erscheinen.

Ich behaupte nicht, daß damit alles gesagt sei, aber man opfert wenigstens damit nicht einen Teil der sicher konstatierten Thatsachen zu gunsten des anderen Teiles auf, man faßt sie alle zusammen und erweitert dadurch unsere Kenntnis von der Entstehung des Pepsins. Es ist doch merkwürdig, daß niemand daran dachte, die Frage von diesem Gesichtspunkte aus zu untersuchen, was doch so einfach war: man brauchte ja nur die von mir angegebene Hypothese provisorisch gelten zu lassen, man brauchte sich ja nur zu überzeugen, daß die von Schiff konstatierten Thatsachen ebenso richtig und wahrheitsgemäß waren als die der Breslauer Schule. Freilich mußte man zu diesem Zwecke in peinlich genauer Weise die fundamentalen und entscheidenden Versuche Schiff's wiederholen, man mußte genau dieselbe Methode befolgen und durfte dieselbe höchstens nachträglich abändern, und das hat eben niemand gethan. Im Gegenteil richteten sich die meisten seiner Gegner nicht nach seinen Vorschriften und stellten infolgedessen Versuche an, von denen einige ihr eigenes Interesse haben und von selbständiger Wichtigkeit sind, die aber keineswegs jene Schiff'schen Versuche sind, welche wiederholt werden sollten. Z. B. die Hauptbedingung, die conditio sine qua non jedes Versuches, der über diejenigen Umstände Aufschluß geben soll, welche den Wiedereintritt der vorher versiegten Pepsinsekretion begünstigen, ist die genaue Ausführung des Vorbereitungsmahles, und doch wird dieselbe von dem größten Teil der Kritiker Schiff's kaum erwähnt[1]. Niemals sehen sie zu, ob das Tier auch nicht bis zum Versuche trinkt, ob zur Zeit des

[1] Allerdings glaubt ein junger holländischer Physiologe, welcher unter Donders arbeitete, auch dieser Anforderung nachgekommen zu sein; doch der Unglückliche gab seinen Hunden ein Vorbereitungsmahl von 75 g Fleisch anstatt 2 oder 3 kg! Das war offenbar eine Manipulation, die geeignet war, die Pepsinsekretion wieder in Gang zu bringen, anstatt sie zu erschöpfen! Die zwei jungen Leute, welche unter der Leitung von Fick arbeiteten, haben ein wirkliches Vorbereitungsmahl dem einzigen Hunde, welchen sie beobachteten, gegeben — doch der Rest ihrer sieben Beobachtungen war derartig, daß man unmöglich ein sicheres Resultat erhalten konnte: 1. erhielt der Hund ein Klystier von 4 g Dextrin — diese Quantität ist selbst bei der Einführung durch den Mund zu wenig; überdies wurde

Versuches der Magen auch wirklich vollständig leer ist; fast alle machen keinen Unterschied zwischen dem fastenden Tiere und dem Tiere, welches eben eine reichliche Mahlzeit verdaut hat; der Magen ist allerdings in beiden Fällen leer, aber sein physiologischer Zustand ist ein ganz anderer. Im ersteren Falle enthält der Magen ein Maximum von Propepsin, im zweiten dagegen enthält er hiervon nur ein Minimum, daher kann im ersten Falle das Mageninfus auf die Länge der Zeit mehr verdauen, als das eines verdauenden oder peptogenisierten Tieres. Andere Forscher wiederum haben behauptet, daß Schiff keine Verdauung zu stande bekam, weil er seine Infuse nicht ansäuerte; doch sie vergaßen die Fälle, in denen diese Infuse verdauten, ebenso die Beobachtungen, welche mit Hilfe der Magenfistel am lebenden Magen gemacht wurden, und den Umstand, daß Schiff wohl wußte, daß Pepsin ohne Säure unwirksam sei. Wieder andere behaupteten, daß die Tüllsäckchen, in welchen die Albumenwürfel sich befanden, um sie beliebig aus dem Magen wieder herausziehen zu können, die Verdauung gehindert hätten . . . ., doch sie vergaßen die Fälle, in denen das Albumen trotz der Tüllsäckchen verdaut wurde, und die mit Hilfe der Infuse angestellten Kontrollbeobachtungen, in denen keine Tüllsäckchen zur Verwendung kamen. Noch andere behaupteten, daß das Flüssigkeitsvolumen, welches er verwendete, oder die Zeit, welche er für die Verdauungsprozesse im Brütofen festsetzte, ungenügend waren; doch sie vergaßen ebenfalls die Versuche, welche mit dem lebenden Tier angestellt wurden, sie übersahen die Thatsache, daß genau auf dieselbe Weise gemachte und behandelte Infuse ganz verschiedene Resultate ergaben, je nachdem das Tier peptogenisiert worden war oder nicht. Zahlreiche derartige Argumentationen sind veröffentlicht worden, und ich könnte damit fortfahren sie aufzuzählen, wenn das nicht eine nutzlose Arbeit wäre, denn sie alle sind einander ähnlich[1]. — Doch einen Ein-

---

das Klystier bald wieder ausgestoßen! 2. gab man dem Hunde durch die Magenfistel 4 g Dextrin — anstatt 20 bis 40 g — man nahm zwei Proben von der im Magen enthaltenen, unreinen Flüssigkeit, eine vor und eine nach der Einführung des Dextrins; diese letztere verdaut doch zweimal so viel als die erstere, was nichts beweist; in der That ergeben denn auch zwei andere ähnliche Beobachtungen keinen Unterschied zwischen den beiden Flüssigkeiten. Es folgen nun 3 Beobachtungen mit in den Magen eingeführten Säckchen, welche Albumen enthielten. In dem ersten Falle bleibt das Säckchen in der Kanüle stecken! Man fragt sich vergebens, warum ein solcher Versuch veröffentlicht wird; das sind eben kleine unerwünschte Zufälle, wie sie in jedem Laboratorium vorkommen, und die man aus dem Notizbuch auszustreichen pflegt. Es bleiben mithin nur zwei Beobachtungen übrig; die erste ergibt ein unbestimmtes Resultat zu gunsten Schiff's, die zweite ein ebenfalls unbestimmtes Resultat zu ungunsten des genannten Forschers. Und es war nicht anders zu erwarten; denn 1. der Magen wird nicht sorgfältig entleert und ausgespült vor der Einführung der Säckchen; 2. anstatt eines guten und rasch wirkenden Peptogens wird trockenes Brot gegeben; 3. anstatt sechs Stunden wird nur 3 Stunden gewartet, bis man die Säckchen herausnimmt, also viel zu wenig, um den Unterschied sicher beobachten zu können. Derart sind die meisten Versuche, die in den Lehrbüchern den Schiff'schen als gleichwertig und ihre Ergebnisse vernichtend dargestellt werden!

[1] Um dem Leser eine Vorstellung zu verschaffen, mit wie großer Ungenauigkeit und Oberflächlichkeit in gewissen Büchern von den Untersuchungen Schiffs gesprochen wird, will ich folgendes Beispiel anführen. In einem Lehr-

wurf muß ich noch abweisen. Grützner glaubt in einem Werke, welches er nach seiner mit Ebstein gemachten schönen Entdeckung des Pepsinogens oder Propepsins veröffentlicht hat, Schiff's Resultate zu vernichten, indem er von neuem das Faktum hervorhebt, Schiff habe seine Infuse derartig gemacht, daß sie nicht das ganze in der Schleimhaut enthaltene Pepsin, sondern nur den leicht löslichen Teil desselben enthielten. Nun hat sich aber Schiff gerade mit diesem leicht löslichen Teil allein beschäftigt, denn er ist eben das definitive Pepsin, der »schwerlösliche« Teil dagegen ist Propepsin. Außerdem war letzteres unbekannt, als Schiff seine Versuche anstellte, er konnte somit auch nicht darauf Rücksicht nehmen. Endlich wenn auch dasselbe bekannt gewesen wäre, hätte er es dennoch nicht berücksichtigt; denn seine Absicht war es nicht, die Gesamtmenge der in der Schleimheit vorhandenen peptischen Substanz zu bestimmen, sondern nur diejenige Quantität Pepsin annähernd festzustellen, welche im Moment der Beobachtung oder im Moment des Todes vorhanden ist; hierzu war aber keine Methode besser geeignet als die, welche er befolgt hat. Sicherlich würde er aber seinen Versuchen eine neue Versuchsreihe haben folgen lassen, in der er darauf ausgegangen wäre, durch eine definitive Extraktion die Menge Propepsin festzustellen, welche nach der provisorischen Extraktion des Pepsins übrig bleibt, und er war bereits damit beschäftigt, als die Entdeckung Grützner's und Ebstein's veröffentlicht wurde. Es ist also klar, daß der kritische Teil der spätern Arbeit Grützner's, welche in vielen Hinsichten sehr interessant und wichtig ist, keinen Wert besitzt, denn er stützt sich von Anfang bis zu Ende auf die beständige Verwechselung von Pepsin und Propepsin, und es ist dies um so auf-

---

buch der Physiologie, welches gegenwärtig in Lieferungen erscheint und dessen Herausgeber ausdrücklich erklärt, daß es keine „farblose Kompilation des thatsächlichen Materials“ sei, sondern „das Leben und Weben des physiologischen Erkennens in quellenmäßiger, historisch-kritischer Darstellung“ darbiete — sind Schiff's Untersuchungen in folgender unglaublicher Weise abgefertigt:

„Schiff hat die Behauptung aufgestellt, daß eine „Ladung“ der Magendrüsen mit Pepsin nur stattfinde, wenn denselben vorher bestimmte, aus dem Darmkanal (!) resorbierte Stoffe durch das Blut zugeführt werden; für ein besonders wirksames Ladungsmaterial der Art hält er das Dextrin. Er will beobachtet haben, daß, wenn der Magen eine größere Menge Eiweißkörper durch seinen Saft verdaut habe, er auf neue Reizung kein wirksames Sekret mehr liefere, dasselbe aber nach Einführung bestimmter Stoffe, besonders des Dextrins — ins Blut direkt oder vom Darm aus — wieder auftrete. Ferner soll nach Schiff die Schleimhaut längere Zeit fastender oder verhungerter Tiere kein verdauungsfähiges Extrakt aus sich darstellen lassen.“ (!)

Das ganze folgende Räsonnement ist nun auf diese thatsächlich unbegründeten und gefälschten Behauptungen des Verfassers gestützt; er hat offenbar nur ein paar kleine Referate über Schiff's Werke gelesen und niemals daran gedacht, die im Original beschriebenen Versuchsreihen zu wiederholen; die Versuche sind doch so leicht! noch leichter ist es allerdings, über Etwas zu räsonieren, als es gewissenhaft zu prüfen. Und so räsoniert denn der Verfasser weiter, um zu dem Schlusse zu gelangen, daß das Dextrin zur Bildung der freien Säure im Magensafte beitrage! — Ob es auch in den Mageninfusen auf dieselbe Weise wirkt, darüber gibt uns der Verfasser keinen Aufschluß! — Aufrichtig gestanden habe ich „farblose Kompilationen“ viel lieber.

fallender Wirkung, als gerade dieser Forscher den wichtigen Unterschied zwischen diesen beiden Körpern entdeckt hat. Die Kurve der Pepsinerzeugung läuft nicht parallel, sondern steht im Gegensatze zu der der Propepsinerzeugung. SCHIFF hat die erstere allein studiert; heute wissen wir, daß man alle beide studieren muß — aber man darf sie sicherlich nicht zusammenwerfen, wenn man sich eine nur einigermaßen richtige Vorstellung von den Bedingungen machen will, welche die Schwankungen dieser Kurven beeinflußen, sondern man muß jede für sich betrachten. Wenn man sie streng auseinander gehalten hätte, anstatt sie miteinander zu vermengen, so würde man sich bald überzeugt haben, daß diese beiden Untersuchungsreihen sich gegenseitig einander stützen: man würde beobachtet haben, daß es Fälle gibt, in denen beide Substanzen in großer Menge vorhanden sind oder in denen von der einen Substanz viel, von der andern wenig sich vorfindet, oder in denen beide Substanzen nur in geringer Menge vertreten sind. Man würde ferner beobachtet haben, daß diese Fälle in vollständiger Übereinstimmung mit den Resultaten SCHIFF's stehen, wie ich Gelegenheit hatte es zu konstatieren bei einigen Versuchen, die ich anstellte, und bei denen ich die Schleimhäute erst nach der Methode SCHIFF's und darauf nach der von GRÜTZNER behandelte.

Ich kann hier nicht in die Details dieser Diskussion eingehen, was vielleicht sein Gutes hat, denn die zu eingehende Berücksichtigung der Details hindert oft den Überblick über die Gesamtheit. Ein Vergleich mit dem Leben wird die Wichtigkeit jener Unterscheidung versinnlichen.

Bekanntlich bildet sich der Leberzucker aus einem von M. SCHIFF und CL. BERNARD gleichzeitig entdeckten[1] amyloiden Kohlenhydrate, welches sich allmählich in der Leber anhäuft und dann von Zeit zu Zeit in sehr verschiedenen Mengen sich eben in Zucker verwandelt, und zwar unter dem Einfluße eines im Blute unter gewissen Bedingungen entstehenden diastatischen Fermentes. Nun wollen wir annehmen, daß uns dieses Leberglykogen ganz unbekannt sei, wir wissen nur, daß von Zeit zu Zeit in der Leber Zucker erscheint, wissen aber nicht warum. Jetzt erst entdecken wir, daß dieser Zucker sich außerordentlich rasch und reichlich bildet, sobald wir gewisse Stoffe ins Blut einführen; wir erklären diese auffallende und unerwartete Erscheinung dadurch, daß wir uns vorstellen, die eingeführten Stoffe seien das für die Zuckerbildung notwendige Material (dies entspricht also der Entdeckung der »Peptogene«). Später wird aber von anderen entdeckt, daß der Zucker gar nicht direkt gebildet wird, sondern aus dem längst in der Leber angehäuften, ganz unabhängig von unseren vermeintlichen Zuckermaterialien gebildeten Stoffe, dem Glykogen, entsteht (dies entspricht der Entdeckung des Propepsins). Welche Rolle spielen nun unsere »Zuckerbildner«? Wir müssen offenbar darauf verzichten, sie als direktes Material des Leberzuckers zu betrachten; aber die Thatsache der massenhaften Bildung des Zuckers unter ihrem Einfluß steht deswegen nicht

[1] Im März 1857 teilten beide Forscher ihre Entdeckung mit: Schiff in Bern am 18., und Bernard in Paris am 23.

weniger fest als früher und es wäre ein ganz sonderbares Verfahren, dieselbe nun wegleugnen und totschweigen zu wollen, wie es SCHIFF's Gegner gethan haben, unter dem Vorwande, daß die gesamte Menge der vorhandenen Kohlenhydrate (Glykogen und Zucker) dieselbe geblieben sei! Es handelt sich ja gar nicht um diese Gesamtmenge, sondern um die relative Menge des gebildeten Zuckers; und da letztere unter dem Einfluß unserer vermeintlichen »Zuckerbildner« massenhaft zunimmt, so brauchen wir bloß anzunehmen, daß diese Stoffe, anstatt, wie wir zuerst glaubten, das Material der Zuckerbildung zu liefern, durch ihre Gegenwart irgend wie die rasche Umwandlung des vorhandenen Glykogens in Zucker bewirken. Wenn nun jemand diese Ansicht prüfen will, so muß er selbstverständlich den Glykogengehalt und den Zuckergehalt gesondert bestimmen und nicht die Summe beider, die ja natürlich unverändert bleibt und folglich über die vorliegende Frage gar keinen Aufschluß geben kann. SCHIFF's Kritiker haben aber ersteres nie gethan, sondern nur letzteres; wodurch ihre Einwände eben wert- und sinnlos sind.

Etwas anderes ist es, welchen Weg man einschlagen muß, um festzustellen, wie dieser Einfluß zu stande kommt, und diese Frage hat SCHIFF nicht in Angriff genommen, er stellte einfach nur fest, daß ein solcher Einfluß existiert, die andere Frage bleibt eine Aufgabe der Zukunft. Man sieht aber ein, daß die vermittelnde Hypothese, welche ich angab, wenigstens ein Anfang ist zur Erlangung einer vollkommeneren Erkenntnis, welche sich einerseits auf die von SCHIFF erhaltenen Resultate und anderseits auf die Entdeckungen der Breslauer Schule stützen wird; und ich bin fest überzeugt, daß, wenn man vorurteilsfrei diesen Weg einschlagen wollte, die vollständige Aussöhnung der streitenden Parteien nicht lange auf sich würde warten lassen.

Zum Schluß will ich mich noch bemühen den Nachweis zu liefern, daß jene Aussöhnung halb und halb schon Thatsache ist. In seiner letzten Publikation über diesen Gegenstand[1] gibt HEIDENHAIN zu, daß die Aufsaugung gewisser noch nicht bestimmter Nahrungsmittel durch die Magenschleimhaut die Absonderung des Pepsins außerordentlich befördert; dies ist offenbar in vollem Einklang mit den ersten Resultaten SCHIFF's, welche ihn vor ungefähr dreißig Jahren zu seinen neuen Versuchen ermunterten, die wiederum ihrerseits ihn in den Stand setzten, diesen ersten unvollständigen Schluß zu modifizieren und zu vervollständigen; denn sie bewiesen: 1. daß der in Frage kommende Einfluß nicht durch alle Nahrungsmittel erzeugt wird, sondern nur durch einige, von denen er einen Teil ausfindig gemacht hat; 2. daß die jene Wirkung besitzenden Nahrungsmittel nicht ausschließlich durch den Magen absorbiert zu werden brauchen, sondern daß sie auch unbeschadet ihrer Wirksamkeit durch das Rektum oder durch das subkutane Zellgewebe eingeführt werden können, ja daß es sogar am vorteilhaftesten ist, sie direkt in das Blut zu injizieren; 3. daß jene Nahrungsmittel ihre Wirk-

[1] In Herrmann's Handbuch der Physiologie, Bd. V, an verschiedenen Stellen.

samkeit verlieren, wenn sie vom Dünndarm absorbiert werden. Wollen wir nun streng objektiv verfahren, so ist dies alles, was wir behaupten können; denn wir wissen gar nichts darüber, warum gewisse Substanzen diese Wirksamkeit nicht besitzen, wir sind vollständig im Unklaren darüber, wie dieser Einfluß bei den wirksamen Substanzen zu stande kommt und warum sie unwirksam werden, sobald sie von den Darmlymphgefäßen absorbiert werden. Es wäre gewiß klug und vorsichtig, auf eine alles dieses erklärende Theorie zu verzichten, aber wie würde es mit der Wissenschaft aussehen, wenn jeder so denken und handeln wollte? Denn die Theorien und Hypothesen, welche wir aufstellen, sind die Hebel, mit deren Hilfe wir immer neue Erkenntnisse gewinnen. Wenn ein solcher Hebel nicht mehr gut ist, wenn er sich biegt oder bricht, so nimmt man einen andern, der besser ist (oder es wenigstens zu sein scheint). In diesem Sinne hat Schiff vor nun zwanzig Jahren seine Theorie aufgestellt, welche sich auf die bis zu der damaligen Zeit bekannten Thatsachen stützte, und in diesem Sinne ist seine Behauptung zu verstehen, daß die »Peptogene dem Blute die Materialien für die Bildung des Pepsins liefern«. Die Entdeckung des Propepsins hat diesen theoretischen Ausdruck der von Schiff konstatierten Thatsachen als unrichtig widerlegt; doch die Thatsachen selbst bleiben bestehen, und wenn man eine neue Theorie wünscht, die wenigstens provisorisch annehmbar ist, so muß sie sich auf alle bekannten Thatsachen stützen, nicht aber auf einige mit Ausschluß der andern, denn sonst ist sie von vornherein in sich hinfällig und unannehmbar; sie muß anerkennen, daß die Gegenwart der Peptogene im Blut eine der wichtigsten Bedingungen für die schnelle und reichliche Umbildung des Propepsins in Pepsin ist. Freilich ganz dunkel bleibt es, wie die im Blut anwesenden Peptogene wirken, und dieses Dunkel dürfte zweifellos so bald nicht aufgehellt werden.

Um diese Frage wie auch viele andere zu beantworten, muß die Physiologie abwarten, bis die organische und physiologische Chemie größere Fortschritte gemacht hat. Alles was wir augenblicklich vermuten können über die Natur des fraglichen Einflusses, wäre dies, daß er chemischer Natur sein muß und daß er kein direkter, sondern nur ein vielfach vermittelter sein kann. Denn andernfalls wäre es unerklärlich, daß hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Konstitution so gänzlich verschiedene Substanzen wie das Dextrin und die Peptone schließlich dieselbe Wirkung haben; man muß eben annehmen, daß, sobald diese Substanzen in das Blut gelangen, sie dasselbe verändern und daß diese erste Veränderung eine ganze Reihe anderer zur Folge hat, unter denen auch eine sich vorfindet, welche das Blut zur Ernährung des Protoplasmas der Magendrüsenzellen (der Heidenhain'schen Hauptzellen) geeignet macht, und zwar muß die Ernährung der Hauptzellen eigentümlicher Natur sein, da sie eine sehr schnelle und sehr reichliche Umbildung des Propepsins in Pepsin zur Folge hat. Die Peptogene können mithin in jedem Falle nur in indirekter und vielleicht sehr entfernter Weise an der Entstehung des Pepsins beteiligt sein, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß man dasselbe Resultat erhalten würde, wenn es gelänge,

ein anderes Mittel zu finden, welches dieselbe Reihe von Veränderungen in der Blutmasse hervorruft. Vielleicht wirkt in dieser Weise das Kochsalz, wenn es in kleiner Quantität in die Venen eines lebenden Tieres injiziert wird, wie Grützner es gesehen hat.

Wie dem auch sei, es ist besser, sich nicht in Probleme zu vertiefen, die wir gegenwärtig doch nicht zu lösen im stande sind, und sich mit den Thatsachen zu begnügen, wie wir sie durch den Versuch gewonnen haben; der Versuch aber läßt keinen Zweifel übrig, daß gewisse, in dem größten Teil unserer Nahrungsmittel enthaltene Substanzen die Fähigkeit besitzen, sobald sie auf irgend einem Wege, mit Ausnahme des Dünndarms, in das Blut gelangen, die Magenschleimhaut zu einer reichlichen Pepsinsekretion anzuregen. Dieses ist Thatsache und daran läßt sich nicht zweifeln, gleichviel welche Erklärung uns die fortschreitende Wissenschaft in Zukunft hiervon geben wird, gleichviel ob es uns niemals gelingt, für dieses Faktum eine Erklärung zu gewinnen; übrigens ist ja das Faktum für die praktische (hygieinische und therapeutische) Anwendung der physiologischen Ergebnisse das Wichtige; die Erklärung ist nebensächlich.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Kenntnis der Dinosaurier und einiger anderer fossiler Reptilien.

Von

B. Vetter.

(Fortsetzung.)

In unmittelbarem Anschluß an die im letzten Artikel[1] gegebene Schilderung von *Ceratosaurus* (und *Allosaurus*) haben wir einer wichtigen Ergänzung derselben zu gedenken, welche Marsh seither (in der August-Nummer des Amer. Journ.) brachte. Während die dort beschriebenen Gliedmaßen von *Allosaurus fragilis* nichts besonders Bemerkenswertes boten, zeigt sich an den nachträglich aufgefundenen Hinterextremitäten des so nah verwandten *Ceratosaurus nasicornis* eine Erscheinung, die unter sämtlichen Dinosauriern einzig dasteht. Die auch hier nur in der Dreizahl vorhandenen Metatarsalknochen nämlich (dem 2., 3. und 4. entsprechend) sind ebenso vollständig miteinander verschmolzen wie die Knochen des Beckens. Sie sind zugleich verhältnismäßig kürzer und kräftiger als bei den andern Theropoden und liefern so die Basis für einen sehr starken Hinterfuß, dessen Zehen an drei vorspringenden, halsartig gegen den Körper des Metatarsalknochens abgeschnürten Gelenkrollen artikulierten.

[1] Kosmos 1884, II. S. 350.

Die Mittelzehe war wie bei den meisten Vögeln erheblich größer als die beiden anderen und trug wohl hauptsächlich die Last des Körpers. Verfasser bildet zum Vergleich noch den »Laufknochen« des großen Pinguins (*Aptenodytes Pennantii* G. R. Gr.) ab und man sieht in der That auf den ersten Blick, daß das entsprechende Stück von *Ceratosaurus* dem heutigen Vogeltypus viel näher kommt als der plumpe, von zwei großen Löchern durchbohrte Knochen des Pinguins. Es erscheint nach der landläufigen Auffassung ganz zutreffend, wenn Marsh zum Schluß bemerkt: »Alle bekannten Vögel, lebende wie ausgestorbene, vielleicht mit einziger Ausnahme von *Archaeopteryx* [1], haben im ausgewachsenen Zustande festverwachsene Tarsalknochen, während bei allen Dinosauriern, jedoch mit Ausnahme von *Ceratosaurus*, diese Knochen getrennt bleiben. Die beiderseitigen Ausnahmen bedingen eine wesentliche Annäherung der zwei Klassen aneinander auch in diesem Punkte und ihre innige Verwandtschaft ist damit noch schlagender bewiesen.«

Bevor wir auf die hier angeregte Frage von den Beziehungen zwischen Dinosauriern und Vögeln näher eingehen, sei noch einer Anzahl früherer Beiträge zur Kenntnis jener Reptilien gedacht. Zunächst verdient ein gewaltiger Vertreter der Ordnung *Ornithopoda* (Vogelfüßler) und zwar ihrer 3. Familie *Hadrosauridae* kurz beschrieben zu werden, mit dessen wichtigsten Merkmalen uns Prof. E. D. Cope bekannt gemacht hat [2]. Das nahezu vollständige Skelett dieses schon früher von Leidy als *Diclonius mirabilis* benannten Sauriers wurde 1882 von Wortman und Hill in der zur Kreideperiode gehörigen Laramie-Formation von Dakota entdeckt. Die Gesamtlänge des Skeletts betrug 38 Fuß; der Schädel allein mißt 1,18 m. Derselbe hat im Profil einige Ähnlichkeit mit dem einer Gans, von oben gesehen jedoch eher mit dem eines kurzschnäbeligen Löffelreihers, denn er ist — was ihm ein höchst wunderliches Aussehen verleiht — etwas vor der Mitte seiner Länge, in der Gegend des Maxillare und Nasale, bedeutend verschmälert, um sich dann vorn wieder zu einem ziemlich flachen, quer abgestutzten, spatelähnlichen Schnabel zu verbreitern. Diese Verbreiterung kommt ausschließlich auf Rechnung der Prämaxillarknochen, welche in einer einzig dastehenden Weise der Länge wie der Breite nach entwickelt sind und mit ihren hintern äußern Enden sogar weiter nach hinten (fast bis zur Augenhöhle) reichen als die Maxillaria. Das Auge lag im hinteren Drittel der Schädellänge und muß ansehnlich groß gewesen sein, was beides an die Vögel erinnert. Hinten ist der Schädel recht hoch aufgebaut und die Occipitalknochen dehnen sich nach rückwärts als dünnes Dach noch über einen Teil der Wirbelsäule aus. Ein großes paariges Stirn-Scheitelbeinloch oben und eine längliche Schläfengrube an der Seite ebenso wie das hohe, schlanke, senkrecht herabsteigende Quadratum geben diesem Teil des Kopfes trotz seines großen Umfangs einen luftigen leichten Charakter.

Am Unterkiefer ist bemerkenswert, daß das Dentale, welches sonst seinem Namen gemäß hauptsächlich die Zähne zu tragen pflegt, hier als

---

[1] Vergl. weiter unten die Besprechung von W. Dames, Über *Archaeopteryx*.
[2] American Naturalist Vol. 17, S. 774, Juli 1883, m. 4 Taf.

unpaarige zahnlose flache, ungefähr halbkreisförmige Platte am vordersten Ende des Unterkiefers erscheint, die sich von unten her dem Oberschnabel anpaßt und von den ihrerseits zu einer Symphyse zusammentretenden Supraangularknochen getragen wird. Diese erstrecken sich fast bis zum Unterkiefergelenk nach hinten; auf ihrem oberen Rande sitzt jederseits ein ebenfalls außergewöhnlich langes Spleniale, und dieses trägt dann jenes wahre Magazin von Zähnen, dessen Besitz für die ganze Familie der *Hadrosauridae* so charakteristisch ist und sie scharf von den sonst nahverwandten *Iguanodontidae* unterscheidet: mehrere Längsreihen dicht zusammengedrängter Kegelzähne, mit ihren abgestumpften Enden eine vortreffliche Mahlfläche bildend, stehen jederseits auf der ganzen Länge des freien Maxillarrandes und diesem gegenüber auf dem Spleniale (hier allerdings nur locker aufgesetzt); an jenem wurden 630, an diesem 406 Zähne gezählt, so daß sich ihre Gesamtzahl auf nicht weniger als 2072 belaufen haben muß!

In der Umgebung des vorderen Endes des Schädels fanden sich Spuren von Hornscheiden, insbesondere ein den Unterkiefer vorn umziehender schmaler senkrechter Rand, höchst wahrscheinlich die Schneide eines echten Hornschnabels, der vorn wie es scheint in ähnlicher Weise gesägt oder gekerbt war wie die Schnabelseiten der *Lamellirostres* unter den heutigen Vögeln, mit denen *Diclonius* ja überhaupt so viele Analogien aufweist.

Ausführlich beschäftigt sich Cope mit der Frage, welche Stellung dieses Tier im Leben gewöhnlich angenommen und welche Lebensweise es geführt haben möchte. Er entscheidet sich für die Känguruh-artige Haltung. Die Vorderglieder sind in der That sehr klein, scheinen aber doch mehr zur Stütze des Körpers als zur Ergreifung der Nahrung etc. verwendet worden zu sein, da die Endglieder der Finger hufartig gestaltet sind, wenn auch lange nicht so ausgeprägt wie die des Hinterfußes. Gestalt und Lage des Hinterhauptskondylus deuten gleichfalls darauf hin, daß der Kopf ziemlich unter rechtem Winkel zu dem aufrecht getragenen langen Halse balanciert wurde. — Die Nahrung dieses — wenn wir von den riesenhaften Dimensionen absehen — sehr vogelähnlichen Sauriers muß aus weichen pflanzlichen Stoffen bestanden haben, also entweder aus Baumblättern oder noch wahrscheinlicher aus Wasserpflanzen. Dürfte man annehmen, daß in den Gewässern der großen Laramieseen *Nymphaea*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Anacharis*, *Myriophyllum* und ähnliche Gewächse reichlich gewuchert haben, so wäre wohl das passende Material gefunden, das dieser Entenschnabel leicht in großen Massen abreißen und die Zahnreihen zu Brei zerquetschen konnten. Die langen Hinterbeine, welche *Diclonius* ebenso wie *Hadrosaurus* zukommen, mochten den Tieren beim Herumwaten in Sumpf und Wasser von zehn und mehr Fuß Tiefe ganz besonders dienlich sein, während der mächtige Schwanz vielleicht als Steuerruder bei raschen Wendungen, wo nicht gar als Fortbewegungsorgan beim Schwimmen verwendet wurde[1].

---

[1] Verf. verspricht eine vollständige Ikonographie dieser merkwürdigen Spezies im Report of the Un. St. Geolog. Survey zu geben, die uns jedoch bisher noch nicht zu Gesicht gekommen ist.

Doch nicht bloß Nordamerika — auch Europa hat in neuerer Zeit reichliches Material zur Erweiterung unserer Kenntnisse dieser Tiergruppe geliefert. In England sind es immer wieder die klassischen Fundstätten im Wälderthon, besonders auf der Insel Wight, außerdem aber auch die Phosphatgruben bei Cambridge in dem zur Kreideformation gehörenden oberen Grünsand[1], wo es in vielen Fällen gelungen ist, eine mehr oder weniger große Anzahl von unzweifelhaft einem einzigen Individuum entstammenden Knochen zu erhalten. Noch viel reicher und vollständiger aber waren die Funde, welche seit 1878 dem Brüsseler Museum aus Bernissart, einem Dorfe in der belgischen Provinz Hennegau (Hainaut) dicht an der französischen Grenze zugingen. Binnen eines halben Jahres waren dort fünf nahezu vollständige Skelette von Iguanodonten, außerdem zwei Schildkröten, über hundert Fische und zahlreiche Farnabdrücke zu Tage gefördert worden. Der eigenartigen Bedingungen des Fundes wegen sei hier kurz auch dieser gedacht[2]. In dem dortigen Kohlenwerk wurde im April 1878 bei 322 m Tiefe ein Querschlag in Angriff genommen, der bald zu einer ganz unerwarteten, senkrecht abstürzenden Unterbrechung der Kohlenformation führte, jenseits deren zunächst 10 m Trümmergestein dieser Formation, dann aber fein geschichtete, ziemlich steil aufgerichtete Lignitenthone durchsetzt wurden. In den letzteren fanden sich die oben genannten Fossilien, welche es ermöglichten, jene mit Sicherheit der Wealdenformation zuzurechnen. Wie kamen sie aber in diese Lagerung? Cornet führt an, daß im Kohlengebiete des Hennegau sehr häufig sogenannte natürliche Schächte vorkämen von mehr oder weniger regelmäßigem Querschnitt und oft über 100 m Durchmesser, die durch Einstürze infolge unterirdischer Auswaschungen entstanden sein müßten. Dem seltenen Zufalle also, daß in einer derartigen Versenkung sich geringe Reste einer ursprünglich wohl ziemlich ausgedehnten, jetzt aber oberflächlich zerstörten Süßwasserablagerung erhalten konnten und daß jener Stollen gerade auf diesen durch Einsturz von oben wieder ausgefüllten Trichter oder Schacht stieß[3], verdanken wir nun eine ungeahnte Fülle von prächtig erhaltenen Dinosaurierresten, deren völlige Herausarbeitung aus dem Gestein zwar noch mehrere Jahre in Anspruch nehmen dürfte, worauf erst eine umfassende monographische Beschreibung derselben zu erwarten sein wird, über die aber doch schon eine Reihe interessanter vorläufiger Mitteilungen von L. Dollo, »Aide-naturaliste« des Brüsseler Museums vorliegen. Diese wollen wir hier zunächst der

---

[1] Vergl. Seeley, On the Dinosauria of the Cambridge Greensand, in Quart. Journ. Geolog. Soc. London, Vol. 35. 1879. S. 591.

[2] Wir folgen dabei dem Berichte, den F. L. Cornet am 12. Sept. 1880 bei der außerordentlichen Versammlung der französischen geologischen Gesellschaft in Boulogne-sur-Mer erstattete (Bull. Soc. géol. de France, 3. sér. T. VIII, p. 514.)

[3] Der Direktor des Brüsseler Museums, Dupont, hatte allerdings in seiner ersten Mitteilung über den Fund (Bull. Acad. roy. de Belg. 2. sér. T. 46. 1878) die Ansicht geäußert, diese Thone seien an Ort und Stelle im Bett eines Flusses abgelagert worden, der in einer Schlucht des Kohlengebirges dahinströmte; dagegen macht aber Cornet wohl mit Recht geltend, daß die Schichten dieses Gebirges, wo immer sie gegenwärtig zu Tage treten, nie steile Abstürze, sondern infolge rascher Verwitterung sanfte, höchstens unter 30° geneigte Hänge bilden.

Reihe nach besprechen, unter gelegentlicher Bezugnahme auf einschlägige Arbeiten anderer Autoren.

Zwar handelt es sich, wie Verfasser in seiner ersten »Note«[1] eingehend darlegt, nur um zwei Arten der einen Gattung *Iguanodon*, von denen die kleinere identisch ist mit dem längst bekannten *I. Mantelli* Owen, während die größere den Namen *I. bernissartensis* erhält. Ihre Teile, insbesondere die Gliedmaßen sind sämtlich verhältnismäßig plumper und breiter als bei der vorigen Form (wie man sofort aus der beigegebenen Tafel ersieht, welche die Vorder- und Hinterextremitäten beider auf denselben Maßstab reduziert darstellt), mit einziger Ausnahme des Schambeins (Pubis) und des Postpubis[2]; ihr Kreuzbein setzt sich aus 6, das von *I. Mantelli* nur aus 5, das von *I. Prestwichii* Hulke sogar nur aus 4 Wirbeln zusammen, der präacetabulare Fortsatz des Darmbeins ist bei ersterer relativ viel kürzer, der nach hinten vorspringende Teil desselben viel länger als bei *Mantelli*. Außerdem ist die Hand bedeutend breiter und plumper, der zum Dolch umgewandelte erste Finger von gewaltiger Größe. Der fast gleichzeitig von Hulke beschriebene *Ig. Seelyi*[3], gleichfalls eine sehr stattliche Form, deren Ilium 124, deren Femur 108 cm lang war, zeigt so wesentlich andere Proportionen des Beckens und der Gliedmaßen, daß er vielleicht sogar besser in einer anderen Gattung unterzubringen, jedenfalls aber nicht etwa, wie Dollo nach einer vorläufigen Mitteilung Hulke's für möglich hielt, mit seiner neuen Art zu vereinigen ist.

Die zweite Mitteilung Dollo's[4] behandelt den Bau des Schultergürtels und des Sternums der Dinosaurier. Von jenem kannte man bisher schon das ziemlich schlanke, lange, nur vorn stark verbreiterte Schulterblatt[5] und das kurze, rundliche, fast scheibenförmige Coracoid; außerdem waren mehrfach paarige breite Sternalplatten beschrieben worden, deren Vorhandensein Marsh in seinem System der Dinosaurier[6] als wenigstens für die Ordnung der *Sauropoda* charakteristisch annahm. Dagegen hatten sich nirgends Schlüsselbeine gefunden, was bei der vermeintlich nahen Verwandtschaft der Dinosaurier mit den Vögeln, bei denen diese Knochen bekanntlich das Gabelbein (die Furcula) bilden, sehr auffallen mußte. Diese Lücke glaubte Marsh 1881 ausfüllen zu können, indem er[7] zwei an *Iguanodon* beobachtete längliche Stücke für Claviculae erklärte. Allein Dollo vermag mit Hilfe einer trefflich erhaltenen Platte, auf welcher die Teile des Schultergürtels nebst Oberarm und Rippen beider Seiten in fast ungestörter Ordnung vorliegen, mit Bestimmtheit nachzuweisen, daß die fraglichen Knochen hinter den Coracoiden, zwischen den unteren

---

[1] Bulletin du Musée roy. d'Hist. nat. de Belgique, T. I. 1882. No. 2 (1 Taf.).

[2] Richtig wäre eigentlich „Os pubis", „Os postpubis" u. s. w., oder dann „Pubicum" etc.; die obige falsche Form hat sich aber schon so eingebürgert, daß man sie wohl oder übel wird acceptieren müssen.

[3] Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. Vol. 38. 1882.

[4] l. cit. T. I. 1882. No. 3 (1 Taf.).

[5] Vergl. z. B. Kosmos 1884, II. Bd., Taf. II, Fig. 6.

[6] s. Kosmos X, S. 384.

[7] In „Jurassic Birds and their Allies", Amer. Journ. XXII. 340; vergl. Kosmos X, 234.

Rippenenden lagen und daher als paarige Brustbeinplatten bezeichnet werden müssen[1]. Da aber ihre gegeneinander und gegen die Coracoidea gekehrten Ränder ebenso wie die der letzteren nicht glatt, sondern unregelmäßig gekerbt sind, so ist es sehr wahrscheinlich, daß alle diese Knochen durch breite Knorpelstreifen und -platten von einander getrennt waren — was auch ganz mit dem Verhalten der heute lebenden Saurier übereinstimmt (wo das Sternum meist ganz knorpelig bleibt) und zugleich die große Verschiedenheit im Verhalten des Sternums bei anderen Dinosauriern etwas begreiflicher macht. Denn von solchen sind bisher bekannt geworden: 1) bei *Cetiosaurus*, nach PHILLIPS und OWEN, eine unpaarige, quer-elliptische Platte mit deutlichen Ansätzen von drei Rippenpaaren[2]; bei *Brontosaurus*, nach MARSH[3], zwei ungefähr ovale, nach unten konvex gewölbte Platten, die augenscheinlich ringsum von Knorpel umgeben waren; 3) bei *Hypsilophodon* (einer mit *Iguanodon* nah verwandten, von OWEN sogar früher für das Jugendstadium desselben erklärten Form), nach HULKE[4], eine unpaarige schildförmige rhomboidale Platte mit schwachem medianem Kamm, welcher deutlich auf die Entstehung derselben durch Verwachsung zweier seitlicher Stücke hinweist und zugleich den besten Beweis dafür liefert, daß *Hypsilophodon* nicht ein junger *Iguanodon* sein kann, nachdem nun bei letzterem das dauernde Getrenntbleiben dieser Teile nachgewiesen ist.

In einer ferneren Mitteilung[5] macht DOLLO auf den sogenannten »dritten Trochanter« am Oberschenkelknochen der Dinosaurier aufmerksam, der zwar längst bekannt, aber noch nicht vergleichend gewürdigt worden war. Derselbe stellt einen sehr hohen, oft beinah hakenförmigen Vorsprung auf der nach hinten und innen gewendeten Fläche des Femur dar, je nach Gattung und Familie mehr oder weniger weit herabgerückt, jedoch meist etwas unterhalb der Mitte der ganzen Länge; ein ansehnlich hoher Kamm setzt sich von ihm aus allmählich niedriger und breiter werdend bis gegen den oberen Gelenkkopf hinauf fort. In roher Andeutung findet sich etwas Ähnliches weiter oben an dem überhaupt viel weniger fein ausgearbeiteten und differenzierten Femur des Krokodils. Viel größer ist die Ähnlichkeit im Aufbau und der Gliederung des ganzen Knochens mit dem der Vögel, besonders der Schwimmvögel, allein bisher hatte bei diesen noch niemand von einem »dritten Trochanter« gesprochen. Die Erwartung des Verfassers, bei genauem Zusehen hier doch

---

[1] Die von Hulke (Proc. Geol. Soc. Lond. 1883, Annivers. Adress, p. 61) gegen diese Deutung ausgesprochenen Bedenken scheinen mir, besonders mit Rücksicht auf die geschilderte Lage der Stücke, unbegründet; dagegen ist er wohl im Recht, wenn er sie mit den spitzen Enden nach hinten wendet und für „Xiphisternalia" (dem schwertförmigen Fortsatz des Säugetiersternums entsprechend) erklärt.

[2] So wird es abgebildet von Owen in Palaeontograph. Soc. XXIX. 1875: Brit. foss. Reptilia etc. S. 31, Fig. 1; Marsh will sich aber vom Vorhandensein zweier solcher Stücke überzeugt haben (vergl. oben: 1884, II. S. 356, Anm. 4).

[3] Vergl. Kosmos VII, S. 317, wo die Beschreibung dieses Sternums vollständig wiedergegeben ist.

[4] Philos. Transact. 1882, Part III: „An attempt at a complete osteology of *Hypsilophodon Foxii*", mit 12 Taf.

[5] Bull. du mus. roy. d'hist. nat. de Belgique II. 1883. No. 1 (1 Taf.).

auch eine Spur jenes Besitztums der Dinosaurier zu entdecken, wurde aufs schönste erfüllt: in voller Deutlichkeit zeigt sich eine solche bei den untersuchten Formen *Anas*, *Cygnus* und *Bernicla*, allerdings nur als kleine knopfförmige Erhöhung mit kaum nennenswerter Andeutung des davon ausgehenden Kammes, der eigentlich bloß eine sogenannte linea aspera darstellt. Immerhin haben diese Reste auch heute noch ihre Bedeutung: von dem Höcker entspringt die schlanke Sehne eines schwachen bandförmigen Muskels, welcher sich an den unteren Bogen der drei letzten Schwanzwirbel und der Seite des »Pflugscharbeins« befestigt, und der rudimentäre Kamm sowie das letzte Stück der erwähnten Sehne dienen als Insertionsstelle eines etwas breiteren Muskels, der am hintern oberen Ende des Ischium seinen Ursprung nimmt. Von diesen Muskeln hat der erstere (M. caudo-femoralis) wohl hauptsächlich den Zweck, jene raschen seitlichen Bewegungen des Schwanzes auszuführen, welche bei Enten z. B. so auffällig sind; der zweite (M. ischio-femoralis) dürfte zusammen mit dem ersten dazu dienen, den Oberschenkel nach hinten und innen zu bewegen.

Bei den Dinosauriern nun müssen natürlich beide Muskeln, ganz besonders aber der erste, entsprechend der gewaltigen Entwickelung des Schwanzes, kolossal ausgebildet gewesen sein und weit nach hinten gereicht haben; jener bewegte wohl den hohen, seitlich komprimierten Schwanz wie ein mächtiges Steuerruder hin und her, um dem plumpen Körper schnelle Seitenwendungen zu erleichtern, zugleich mögen aber beide auch wesentlich dazu beigetragen haben, den Oberschenkel stark nach hinten zu ziehen, d. h. also das Bein gestreckt und den ganzen Körper in ziemlich aufrechter Stellung zu erhalten — falls dies wirklich die natürliche Haltung dieser Tiere war, worauf wir gleich näher eingehen werden. Übrigens kann meines Erachtens die Bedeutung des »dritten Trochanters« gerade bei den Formen, wo er am stärksten entwickelt ist und als scharfe Spitze nach u n t e n vorragt[1], damit nicht erschöpft sein; die Ausbildung solcher Knochenvorsprünge folgt bekanntlich dem Muskelzuge, es muß also wohl noch ein zum Unterschenkel gehender Muskel, vielleicht ein besonderer Kopf des Wadenmuskels dort seinen Ursprung genommen haben.

Es verdient erwähnt zu werden, daß Verfasser bei *Hesperornis*, jenem merkwürdigen zahntragenden Vogel aus der Kreidezeit[2], ganz der Erwartung gemäß ebenfalls einen »dritten Trochanter« konstatieren konnte, der hinsichtlich des Grades der Ausbildung ungefähr die Mitte hält zwischen dem der Dinosaurier und der heutigen Vögel und der auf Marsh's Abbildungen sehr deutlich dargestellt, obwohl von diesem nicht weiter beachtet worden ist. *Archaeopteryx* dagegen scheint, soweit sich aus den Abbildungen entnehmen läßt, keine Spur einer solchen Bildung besessen zu haben.

Ob dieser »dritte Trochanter« der Dinosaurier und einiger Vögel

---

[1] Vergl. z. B. die Abbildungen von *Hypsilophodon* bei Hulke, Philos. Transact. Vol. 173. 1882, III, oder von *Camptonotus* bei Marsh, Amer. Journ. Science, Vol. XVIII, 1879. Taf. III.

[2] S. Kosmos, Bd. II, S. 337.

wirklich, wie der Verfasser meint, etwas ganz anderes ist als der dritte Trochanter am Femur der Säugetiere, unter denen er besonders den perissodaktylen Huftieren, einigen Nagern und Edentaten zukommt, wollen wir unentschieden lassen; jedenfalls sind dazu genauere Vergleiche der Muskulatur, als sie DOLLO hier zusammenstellt, erforderlich.

Das größte allgemeine Interesse nimmt dessen vierte Arbeit[1] in Anspruch, da sie sich eingehend mit der Frage über Lebensweise und Körperhaltung der Dinosaurier und insbesondere der Iguanodonten beschäftigt. Wie sich der Autor die Lösung für die letzteren denkt, zeigt uns am eindrücklichsten die beigegebene Abbildung eines der in wunderbarer Vollständigkeit erhaltenen und nunmehr im Brüsseler Museum aufgestellten Skelette von *Iguanodon bernissartensis*: nur von den massigen Hinterbeinen getragen und z. T. wohl auch auf den Schwanz gestützt, schreitet das gewaltige Tier mit halb aufgerichtetem Vorderkörper einher, Hals und Kopf nach Art der Vögel erhoben, die relativ kurzen Vordergliedmaßen angezogen, bereit zum Angriff oder zur Abwehr mit dem fürchterlichen Dolch am Daumen. Zur Rechtfertigung dieser Restaurierung erörtert DOLLO zunächst die in betreff der eben genannten Frage bisher ausgesprochenen Ansichten. Es sind deren, wie er meint, im wesentlichen drei: 1) Nach COPE, GEGENBAUR, HUXLEY, MARSH, HULKE, MORSE u. s. w. haben sich die Dinosaurier überhaupt vorzugsweise auf den Hinterbeinen bewegt, wie die Ratiten unter den heutigen Vögeln, deren Stammväter sie ja auch seien; 2) G. H. SEELEY und C. VOGT lassen zwar die erstere Annahme gelten, ohne sich jedoch der zweiten anzuschließen; 3) RICH. OWEN endlich spricht sich für eine fast ausschließlich aquatische Lebensweise und horizontale Haltung des Körpers beim Gehen wie beim Schwimmen aus. Demnach wäre eigentlich, wenn man von der phylogenetischen Frage absieht (welche wir im Anschluß an die DAMES'sche Arbeit über *Archaeopteryx* besprechen werden), nur OWEN's Auffassung zu widerlegen, die besonders in dessen Monographie von *Omosaurus*[2] zum Ausdruck gekommen ist. Damit hat sich nun DOLLO seine Aufgabe offenbar etwas zu leicht gemacht und zugleich den oben citierten Autoren z. T. falsche Ansichten untergeschoben, denn um hier nur ein Beispiel hervorzuheben, HULKE rekonstruiert den kleinen (ca. 1,5 m langen[3]) *Hypsilophodon Foxii*, einen nahen Verwandten von *Iguanodon* (vergl. oben), auf Grund sehr vollständiger Reste in der Gestalt und Haltung einer Eidechse[4], trotzdem das Längenverhältnis der hintern zur vordern Extremität fast genau dasselbe ist wie bei *Iguanodon*, und er fügt im Texte hinzu[5]: »Die scharf zugespitzten und gekrümmten, mit Klauen bewaffneten Endphalangen sind von ganz anderer Form als die stumpfen, abgeflachten Endglieder von *Iguanodon Mantelli* und deuten augenscheinlich auf eine

[1] Bull. mus. roy. Belg. T. II. No. 2. 1883 (3 Taf.).

[2] British fossil Reptilia of the mesozoic formations. P. II. (Palaeontograph. Society, Vol. XXIX. 1875.)

[3] Mit Einschluß des langen Schwanzes, nach der Abbildung des restaurierten Tieres gemessen, für dessen Schädel 15 cm Länge angegeben ist.

[4] Philos. Transact. Vol. 173 (1882, No. 3), Taf. 82.

[5] A. a. O. S. 1055.

abweichende Lebensweise hin: *Hypsilophodon* war dem Herumklettern auf Felsen und Bäumen angepaßt«[1]. Und *Brontosaurus*, wie ihn MARSH restauriert hat[2], geht ebenfalls gemächlich auf allen vieren spazieren, wenn auch wahrscheinlich nicht »im rosigen Licht«, sondern auf schlammigem Seegrund. Die obige Behauptung ist also zum mindesten dahin einzuschränken, daß schon längst erkannt ist, wie auch innerhalb der Gruppe der Dinosaurier durch Verschiedenheit der Lebensweise die verschiedensten Anpassungen in Form und Proportionen des Körpers und in dessen allgemeiner Haltung bewirkt worden sind, daß daher die Frage nach der letzteren für jede Gattung, ja für jede Art besonders zu lösen ist und daß von der Betrachtung nur einer Form ausgehende Verallgemeinerungen stets verfehlt sein werden, diejenigen DOLLO's in bezug auf *Iguanodon* ebensogut wie die OWEN's in bezug auf *Omosaurus*. Wir werden deshalb auch im folgenden, obgleich an DOLLO's Besprechung dieses Problems anknüpfend, doch zugleich noch andere und weitere Gesichtspunkte in Betracht ziehen und insbesondere bereits die nötigen Daten zur späteren Erörterung der Verwandtschaft zwischen Dinosauriern und Vögeln zu gewinnen suchen.

(Fortsetzung folgt.)

Wissenschaftliche Rundschau.

Anthropologie.

Die Anthropologie in der Hauptstadt der Vereinigten Staaten. — Das Bureau of Ethnology.

Ein reicher Schatz von Material aus allen Gebieten anthropologischer Wissenschaft und ein sehr thätiges geistiges Leben vereinigen sich in Washington, um das politische Zentrum der Vereinigten Staaten zu einem wissenschaftlichen Mittelpunkt für die Anthropologie Amerikas zu machen. Vor allem ist es das herrliche Smithsonian Institution, welches nicht nur den ersten mächtigen Anstoß zu anthropologischen Forschungen und Sammlungen gegeben hat, sondern auch fortfährt, hier wie auf anderen Gebieten ein Förderer und Mehrer des Wissens zu sein. Dem Smithsonian Institution unter der Direktion Prof. SPENCER BAIRD's sind unterstellt das Department of antiquities, das National museum und das Bureau of ethnology. Ersteres, geleitet von dem mit dem Diplom eines Ehrendoktors der Universität Freiburg ausgezeichneten CH. RAU, befindet sich

[1] Allerdings heißt es einige Seiten früher auch: „Die starke vertikale Entwickelung des Schwanzes ist wahrscheinlich eine Anpassung an das Schwimmen!"
[2] S. oben 1884, II, Taf. I, Fig. 1.

in den stattlichen Räumen des Smithsonianpalastes selbst; es umfaßt eine einzig dastehende Sammlung von Altertümern Amerikas: Mounds, Gräber, Höhlen, Muschelhaufen etc. aus allen Teilen der neuen Welt haben beigesteuert, und dabei sind auch die Altertümer der alten Welt reichlich vertreten.

Eine zweite, gleichfalls unter der Oberleitung des Smithsonian Institution stehende Sammlung befindet sich unter dem Kuratorium Prof. Brown Goode's in der Abteilung für Kunst und Industrie des Nationalmuseums. Den Kern dieser Sammlung bildeten die von Wilkes' Expedition gesammelten ethnologischen Gegenstände, um diesen Kern aber haben sich allmählich so viele Objekte angesammelt, daß diese Abteilung des Nationalmuseums eine der großartigsten ethnographischen Sammlungen geworden ist. Auch hier bilden wie im archäologischen Museum die Erzeugnisse indianischer Kunst und Industrie den vollständigsten und schönsten Teil der Sammlung.

Als drittes mit dem Smithsonian in Beziehung stehendes Institut ist das unter Direktion von Major J. W. Powell stehende Bureau of Ethnology zu nennen, das sich zur besonderen Aufgabe gesetzt hat, die Ethnologie und Archäologie der nordamerikanischen Indianer zum Gegenstand streng wissenschaftlicher Forschung zu machen. Gleichsam ergänzend neben ihm steht das staatliche Army medical museum. Das letztere, ursprünglich nur für die Aufnahme pathologisch-anatomischer und während des Sezessionskrieges besonders chirurgisch-pathologischer Gegenstände bestimmt, erhielt bald durch die Zusendungen von Militärärzten aus vorgeschobenen Posten viel wertvolles Material aus allen Gebieten der Naturwissenschaften. Während man zoologische, botanische und mineralogische Gegenstände zum Austausch verwendete, wurden die anthropologischen Objekte zurückbehalten, durch Ankauf und Tausch vervollständigt, und sie bilden nun als Sektion IV des Museums die beiden Abteilungen der anatomischen und ethnologischen Sammlung. Im Jahre 1876 gab der inzwischen verstorbene George A. Otis den die Hauptmasse der einzelnen Skelette und Schädel enthaltenden Katalog heraus [1]. Derselbe verzeichnet 1527 Schädel, darunter 77 Eskimos, 146 Moundbuilders, 903 Indianer, 147 Sandwichinsulaner, 41 Neger der Vereinigten Staaten; der Rest verteilt sich auf Ozeanien, Europa und Asien.

Seit dem 17. Februar 1879 besteht in der Hauptstadt die Anthropological Society of Washington, welche unter dem Vorsitz von J. W. Powell und unter sehr lebhafter Beteiligung der Mitglieder zweimal monatlich tagt. Es sind bis jetzt drei Hefte Transactions of the Anthropological Society of Washington mit kurzen Referaten über die gehaltenen Vorträge erschienen. Außer den jährlichen Ansprachen des Präsidenten (über die Entwickelung der Sprache, über die Beschränkung im Gebrauch anthropologischer Angaben, über die Grundzüge der Soziologie und über menschliche Entwickelung) sprachen über archäologische Gegenstände: Mason, Hoffmann, Gilbert, De Haass, Reynolds, Lull, Fletcher,

[1] Check list of preparations and objects in the section of human anatomy of the United States Army medical museum.

C. Thomas; über Sitten und Gebräuche der Indianer: Norris, Yarrow, Seely, Petroff, Cushing, Reynolds, Hoffmann, Goode, Holmes; über Linguistik: Gatschet, Mason, Thomas, Porter; über Zeichen- und Bilderschrift: Mallery, Hoffmann, Gilbert, Fletcher; über Mythologie der Indianer: Mallery, Powell, Gatschet, Yarrow, Owen Dorsey, Hinman, Packard; über Soziologie derselben: Goore, Powell, F. A. King, Lester Ward, Dorsey, Cushing.

Die anthropologischen Veröffentlichungen des Smithsonian Institution sind teils in den Smithsonian Contributions, teils in den Annual reports enthalten: über beide hat das Archiv für Anthropologie in seinen letzten Jahrgängen ausführlichen Bericht gebracht.

Von den Publikationen des Bureau of ethnology liegen zwei stattliche Bände vor, deren erster vor etwa zwei Jahren, deren zweiter vor kurzem zur Ausgabe gelangt ist, Werke, die ebensosehr durch die glänzende Ausstattung wie durch den Reichtum und den wissenschaftlichen Wert des Inhalts ausgezeichnet sind [1]. Sie enthalten den Bericht des Direktors und als Anhang eine Anzahl Abhandlungen. In ersterem wird über die Thätigkeit des Bureaus referiert: dieselbe bestand teils in Anregung zu ethnologischen Untersuchungen durch außerordentlich liberale Verteilung der Publikationen an Institute, Gesellschaften und Private. Schon früher waren drei wertvolle Schriften weithin versandt worden: Introduction to the study of Indian languages, Introduction to the study of mortuary customs und Introduction to the study of Sign language — sehr gründliche Anleitungen zu Beobachtungen auf diesen Gebieten; in den letzten Jahren ist dazu noch die gleich liberale Verteilung der Reports selbst gekommen. Die eigentlich wissenschaftliche Arbeit des Bureaus bestand in Originaluntersuchungen von Gelehrten: es wurden größere und kleinere Expeditionen ausgerüstet, um die technischen Leistungen, die sozialen Verhältnisse, Linguistik und Mythologie der Indianer zu studieren, und die Resultate dieser Untersuchungen liegen in den beiden Bänden in stattlicher Reihe vor. Noch nicht abgeschlossen, aber in nächster Zeit zu erwarten sind: the Cegiha language (ein Zweig der Siouxsprachengruppe) von Owen Dorsey, der längere Jahre unter verschiedenen Stämmen der Dakotas lebte; dann the Klamath language von A. S. Gatschet, der die Sprache der Modocs und Klamaths an Ort und Stelle studierte; the Dacota language von Rev. Riggs, eine vermehrte und verbesserte Auflage des 1852 vom Smithson. Institution herausgegebenen Dictionary and grammar etc.; Bibliography of North American Philology, by J. C. Pilling, ein Verzeichnis aller über Indianersprachen Nordamerikas erschienenen Publikationen. Garrick Mallery, der Autor von Sign language, hat seine Untersuchungen auf die Bilderschrift der Indianer ausgedehnt; ebenso hat Yarrow weiteres, äußerst reiches Material über mortuary customs (Bestattungsgebräuche) gesammelt; Royce bereitet einen historischen Atlas der Indianer vor, Powell arbeitet weiter an einer linguistischen Klassifikation aller lebenden und (soweit möglich) aus-

[1] First and second annual report of the Bureau of ethnology, 1879—80 and 1880—81, by J. W. Powell, Director.

gestorbenen Indianer Nordamerikas, Otis T. Mason bearbeitet education among the Indians, Henshaw die Fortschritte der Indianer in Handwerk und Kunst. So wird im Bureau of ethnology auf allen Gebieten rüstig gearbeitet und die Namen der hier thätigen Gelehrten bürgen uns dafür, daß wir in den nächsten Reports ebenso wertvolle Arbeiten erwarten dürfen, wie sie uns die beiden ersten Bände bereits gebracht haben.

Linguistische Gegenstände behandeln: on the evolution of language, by J. W. Powell, eine kurze Skizze der allgemeinen Gesichtspunkte (1. Rep. pag. 3 ff.); Catalogue of linguistic manuscripts etc. by J. C. Pilling (1. Rep. pag. 552 ff.); Illustrations of the method of recording Indian languages von Dorsey, Gatschet und Riggs (1. Rep. pag. 581 ff.). Hieran schließen sich die Studies in Central American picture writing by E. S. Holden (1. Rep. pag. 206 ff.) und Sign language among North American Indians, by Col. Garrick Mallery (1. Rep. pag. 269 ff.), eine außerordentlich eingehende Arbeit.

Die Mythologie der Indianer im allgemeinen behandelt: Sketch of the mythology of the North American Indians, by J. W. Powell (1. Rep. pag. 19 ff.).

In der Entwickelung des Menschengeistes lassen sich zwei große Stufen der Erkenntnis unterscheiden, die mythologische und die wissenschaftliche: auf der ersten werden alle Erscheinungen nach Analogie der subjektiven Erfahrung zu erklären versucht, auf der letzteren steht der Geist nicht still, bis er sie als geordnete Folge von Ursache und Wirkung erfaßt hat. Der Indianer ist nicht über die erste Stufe hinausgekommen: er erblickt in allen Dingen, allen Erscheinungen Wesen, die ihm selbst ähnlich, nur viel höher, vollkommener sind. In der Entwickelung dieser mythologischen Anschauungen lassen sich verschiedene Stufen unterscheiden: auf der untersten Stufe ist alles belebt, mit Willen und Kraft begabt, ein Gott — Hekastotheismus; weiter vorgeschritten ist das mythologische Vorstellen, wenn es die leblosen Dinge ausscheidet und nur den belebten göttliche Kraft beilegt — Zootheismus. Auf noch höherer Stufe werden nur die Kräfte und Erscheinungen der Natur personifiziert und vergöttert — Physitheismus. Höher als bis zu diesen Vorstellungen, also bis zur Abstraktion geistiger und moralischer Kräfte (Psychotheismus) hat sich kein Indianerstamm aufgeschwungen. Auch da, wo Zootheismus oder Physitheismus vorherrscht, finden sich doch noch Spuren von Hekastotheismus beigemischt. Die Götter selbst werden ganz nach Art der menschlichen Gesellschaft in ein Verwandtschaftssystem gebracht; sie haben ganz wie die Menschen ihre Gentes, ihre Tribus etc. Zauberei ist das Mittel, auf die Götter zu wirken: Gesang, Tänze, Feste, Kasteiungen, Ekstase durch künstliche Mittel, schließlich der Fetisch sind die Mittel, durch welche die Götter gebeten, ja gezwungen werden, den Menschen nützlich zu sein.

Zuñi fetiches, by Mr. Frank Hamilton Cushing (2. Rep. pag. 9—45). Der Autor hatte 1879 die erste Stevenson'sche Expedition zur Erforschung der Pueblos Neu-Mexikos und Arizonas mitgemacht, war aber dann in Zuñi zurückgeblieben, wurde in Kleidung, Lebensweise etc. ganz Pueblo-Indianer, lernte die Sprache derselben und wußte sich in so hohem Grade

das Vertrauen zu gewinnen, daß er Ende 1880 zum Chief counciler der Zuñi nation erwählt und in die Priesterschaft als Mitglied aufgenommen wurde. So war es ihm, der schon als wissenschaftlich ausgezeichnet vorgebildeter Ethnograph dorthin gekommen war, vergönnt wie noch keinem vor ihm, tief in das innerste Denken und Fühlen eines auf total verschiedener Kulturstufe stehenden Volkes einzudringen. Die erste seiner größeren Publikationen über seine Erfahrungen und Beobachtungen bildet die vorliegende Arbeit über die Fetische der Zuñis.

Die Zuñis glauben, daß alle Dinge und Vorgänge der Natur belebt und untereinander durch ein großes System von Verwandtschaft verknüpft seien. Die Grade der letzteren sind durch die Ähnlichkeiten der Dinge untereinander bestimmt. In diesem System nimmt der Mensch die unterste Stufe ein, da er einerseits am abhängigsten, anderseits am wenigsten geheimnisvoll ist. Höher stehen die Tiere: sie gleichen den Menschen zwar ihrer physischen Natur nach, sind aber zugleich mit geheimnisvollen Kräften und Fähigkeiten begabt, die dem Menschen abgehen und die die Tiere den noch höheren Wesen näher rücken. Die letzteren sind die geheimnisvollen Vorgänge der Natur; aber sie sind doch nahe verwandt mit den Tieren, deren Kräfte ihnen in vieler Beziehung gleichen. So sind z. B. der Blitz und die Schlange nahe verwandt; auch die steinerne Pfeilspitze, obgleich vom Menschen selbst angefertigt, steht mit dem Blitz in naher verwandtschaftlicher Beziehung (auf den Pfeilschaft werden die Zickzacklinien als Nachahmung des Blitzes aufgemalt). — Subjektives und Objektives fließt auf niederer Geistesstufe leicht ineinander; und so werden personifizierte Phantasiegebilde des Menschen, Geister, die »Meister-Wesen«, als die wunderbarsten und deshalb auch als die höchsten und mächtigsten Götter verehrt; sie sind unsterblich, denn sie kommen schon in den ältesten Traditionen so vor wie in den heutigen Erzählungen. Alle diese Götter werden vorgestellt entweder in Form von Tieren oder von Tiermenschen oder von Menschen; am zahlreichsten sind die eigentlichen Tiergötter.

Die Zuñi besitzen keine besonderen, abstrakten Namen für Götter: nur die höheren derselben heißen die Schöpfer, Meister, Allväter, auch ewige Wesen. Die Tiere und tierähnlichen Wesen werden bezeichnet als rohe (ungare) Wesen und unterschieden als Jagdtiere, Wassertiere und Raubtiere; die Menschen werden als »gare« (im Sinne von gekocht, gebacken, reif) zusammengefaßt und den »fertigen« Wesen (unseren leblosen Naturkörpern, auch den Leichen) gegenübergestellt.

Die Vermittelung zwischen den Menschen und den höchsten Göttern übernehmen die in der Mitte zwischen beiden stehenden Tiere; aber bei der Unfähigkeit, Subjektives und Objektives zu unterscheiden, sind auch Tiernachbildungen und ebenso auch natürliche, zufällig tierähnliche Bildungen (Konkretionen) tierartig und deshalb fähig, als Mittler zwischen Mensch und höchsten Wesen aufzutreten. Dem Jägervolk sind dabei natürlich in erster Linie wichtig die Jagd- und die Raubtiere. Nachbildungen der letzteren bilden nicht nur die weitaus größte Zahl aller Fetische, sondern sie haben sogar allen Fetischen, selbst wo diese kein Tier darstellen, den Namen gegeben (Wé-ma-we). Alle echten

Tierfetische, mögen sie nun natürliche Konkretionen sein oder uralte, von den Vorvätern ererbte Nachbildungen, deren Ursprung vergessen ist, werden für versteinerte Reste wirklicher Tiere gehalten. Das große kosmogonische Sagengedicht der Zuñis, das alle vier Jahre nur einmal in Gegenwart aller Priester unter großer Feierlichkeit vorgetragen wird, erzählt, daß zwei gute Götter, Söhne des »Sonnenvaters«, des »Behüters der Lebenspfade«, um dem schwach ausgestatteten Menschen zu helfen, die Raubtiere mit dem Blitzfeuer trafen und in Stein verwandelten. Aber sie ließen ihnen für ewig die Zauberkraft des Raubtiers, das lebende Herz, das fortan den Menschen nicht mehr verderblich, sondern hilfreich sein sollte. So haben die Herzen dieser Raubtierfetische eine magische Gewalt über die Jagdtiere behalten. Jede der sechs Regionen der Welt (Nord, Ost, Süd, West, das Obere [Luft] und das Untere [Erdinnere]) hat ihre besonderen Fetische: nach dem Mythus setzte Pó-shai-an-k'ia, der Vater der Medizinorden als Wächter und Meister ein: für den Norden den gelben Berglöwen, für den Westen den schwarzen Bär, für den Süden den dunklen, weiß und rötlich gestreiften Dachs, für den Osten den weißgrauen Wolf, für die obere Region den weißköpfigen Adler und für die untere Region den schwarzen Maulwurf. Die Fetische dieser Götter werden von den Priestern der verschiedenen Medizinorden gleichsam in Gefangenschaft gehalten, mit Gebet und Zeremonien angerufen und es werden ihnen alljährlich große Opfer von bemalten und mit Federn geschmückten Gebetstöcken dargebracht. Die Namen dieser Fetische sind der Sprache der Riogrande-Indianer entlehnt, um dem gemeinen Volk geheimnisvoller zu erscheinen; zwei Fetischnamen aber erscheinen in archaischen Wortformen. Der mächtigste aller Tierfetische ist im allgemeinen der Berglöwe, dann folgen dem Range nach der Coyote, Wolf etc.; daneben sind aber für bestimmte Zwecke auch wieder bestimmte Fetische besonders wirksam, so der Berglöwe für die Jagd auf Hirsch und Büffel, der Coyote für das Bergschaf, die Wildkatze für die Antilope, der Wolf für das O-ho-li, der Adler für das Kaninchen und der Maulwurf für alle kleineren Tiere. Die Fetische zweier Gentes (der Adler- und der Coyote-Gens) werden vom Häuptling der Adler-Gens aufbewahrt, welcher sie in seinem Haus in alten Körben aufhebt und zu bestimmten Zeiten die Angehörigen der Gens zu Zeremonien und Anrufungen der Fetische zusammenberuft. Das Hauptfest findet kurz vor oder nach Neujahr statt: die Fetische werden dabei in bestimmter Reihe aufgestellt und die Feier wird vollzogen mit Mahlopfern, mit Wechselgesängen und zum Schluß mit einem Schmaus von Jagdtieren. Ähnlich, nur kürzer sind auch die Feierlichkeiten außer der Zeit bei Anrufung der Fetische für den Erfolg eines Jagdzuges. Cushing gibt eine eingehende Beschreibung der Benutzung des Fetisches auf der Jagd, welche ohne Hilfe desselben bei der Inferiorität des Menschen allen Tieren gegenüber erfolglos bleiben müßte: der Jäger zieht dabei den Hauch des sterbenden Tieres ein und taucht zum Dank den Fetisch in das Blut desselben.

Die Priesterschaft vom Bogen besitzt drei Fetische, zwei Tierfetische (den Berglöwen und den großen weißen Bär, beide schön gearbeitet) und das Wesen mit den Federn aus Steinmessern. Die Krieger

tragen stets einen oder den anderen dieser Fetische bei sich; die Tierfetische werden mit Steinpfeilspitzen geschmückt, die, auf dem Rücken des Tieres angebracht, den Träger vor Überfall schützen, wenn aber unter dem Bauch befestigt, die Fußspuren des Kriegers verwischen. Auch diese Fetische werden unter besonderen Zeremonien angerufen und, wenn der Feind getödtet ist, mit dem Blut des Erschlagenen gespeist.

Außer den Tierfetischen sind bei den Zuñis noch einige Amulette in Gebrauch, so die bemalten, mit Federn geschmückten Gebetstöcke; ferner sonderbar gestaltete, zufällige Steingebilde, die für Teile höherer Wesen gehalten werden; dann die heiligen Reste von Göttern, die von den Voreltern ererbt sind, und endlich noch die magischen »Medizinen«, ohne charakteristische Form, aber mit besonderen Zauberkräften ausgestattet.

Myths of the Iroquois, by Mrs. Erminnie A. Smith (2. Rep. pag. 51—116). Wie die Fossilien einer früheren Welt liegt ein gutes Teil der früheren Weltanschauung und der Urgeschichte in den Sagen und der Sprache eines Volkes aufbewahrt: wissenschaftliche Sammlung und Analyse findet daher hier ein ergiebiges Arbeitsfeld. Bei den Irokesen werden die Mythen immer wiederholt, oft bei feierlichen Gelegenheiten, Wort für Wort mit erstaunlicher Gedächtnistreue, die viele archäische Worte festhält, deren Sinn sich nicht mehr dem gemeinen Volk, wohl aber dem Sprachforscher enträtselt und bisweilen überraschende Aufschlüsse gibt. Was bisher von diesen Mythen bekannt wurde, ist unverstanden, oft zur Karrikatur verzerrt wiedergegeben worden; das bureau of Ethnology hat es sich zur Aufgabe gesetzt, die Mythen der verschiedenen Stämme im Originaltext mit interlinearer Übersetzung zu publizieren. Frau E. Smith, die in den Stamm der Tuscarora's als Mitglied aufgenommen ist, teilt hier eine Anzahl von Mythen der Irokesen mit, welche auf die früheren mythologischen Anschauungen dieser Indianer zurückschließen lassen.

Ursprünglich wurde von ihnen an viele Götter geglaubt: alles, was unbegreiflich war, was Staunen, Schreck oder Dankbarkeit erregte, war den Indianern der vorkolumbischen Zeit göttlich. So gehörten zu den Göttern auch gewisse Tiere, die später Menschengestalt annahmen und die Stammväter der verschiedenen Gentes wurden; ferner der Donnergott Hi-nun, sein Bruder, der regen- und heilbringende Westwind, dann der verderbliche Nordwind, der hilfreiche Kriegsgott des Echos etc. Ein moderner Gott jüngeren Datums ist dagegen der »Große Geist«, der ebenso wie die »seligen Jagdgründe« erst von den Missionären importiert wurde. — Neben den Göttern bestanden gute und böse Geister untergeordneter Art, so die drei Schwestern, welche den drei Lieblingsnahrungsmitteln, dem Mais, den Bohnen und den Melonenkürbissen vorstehen, ferner die »großen Köpfe« mit stets wachsamen Augen und langem Haar, die ausgerotteten Steinriesen (zu deren Annahme vielleicht die häufigen fossilen Mammut- und Mastodonknochen Veranlassung gaben). Als Halbgötter leben in den Mythen der Irokesen Atotarho und Hiawatha, die noch in den Häuptlingslisten aufgezählt werden, ersterer der verschlagene, grausame Zauberer mit den Schlangenhaaren, letzterer der gute, den

Irokesenbund stiftende Häuptling, der den Wampumgürtel erfand (der Name Hiawatha bedeutet der »Wampumsucher«); er ist wahrscheinlich eine Kondensation verschiedener Häuptlingssagen auf eine einzige Person. — Geister noch untergeordneterer Art sind die Zwerge, die sich die Felshöhlen ausgruben und mancherlei Geschicklichkeit besaßen. Den Menschen erwiesen sie sich nützlich durch die Zerstörung der Riesentiere. — Der Glaube an magische Kräfte und Zauberei ist weit verbreitet: es dürfte wohl kaum einen Indianer geben, selbst unter den guten Christen, der nicht fest an Hexerei glaubte. — Viele der Sagen behandeln die Entstehung der Menschen, sowie der übrigen belebten Welt; doch ist gerade hier sehr viel modernes, europäisches mit aufgenommen; manche Thaten unseres Reinecke Fuchs sind ohne oder mit nur geringen Änderungen dem Sagenschatz der Irokesen einverleibt.

Eine andere Gruppe von indianischen Erzählungen hat die in der Regel wunderbar ausstaffierten persönlichen Erlebnisse der Erzähler zum Gegenstand.

Etwa die Hälfte aller heutigen Irokesen bekennt sich zum Christentum, die andern sind Heiden, haben aber in ihren Kult viel christliche und selbst jüdische Elemente aufgenommen. Alte religiöse Gebräuche sind fast überall sehr abgeschwächt; nur bei den Onondagas werden die alten religiösen Feste noch in aller Strenge gefeiert. Es sind, außer einer Anzahl gelegentlicher, 8 regelmäßige Feste, nämlich das Neujahrsfest, das Fest beim Anzapfen des Zuckerahorns, das Schlußfest der Zuckerernte, das Maisaussaatfest, das Erdbeerenfest, das Bohnenfest, das Fest des grünen Mais und das Fest der Maisernte. Alle diese Feste sind einander ähnlich (ausführlich wird das Neujahrsfest beschrieben) und bestehen in Ansprachen, Tänzen, Spielen, Aufführungen und Schmäusen.

Über die gesellschaftliche Organisation der Indianer gibt der Direktor des Bureaus einen wertvollen Beitrag in: Wyandot government, a short study of tribal society, by J. W. Powell (1. Rep. pag. 59 ff.).

Wie bei den von Morgan eingehend studierten Irokesen baut sich die Gesellschaft auf aus der Familie, gens, phratry und tribus. Die Familie umfasst alle Glieder desselben Haushaltes, die gens alle Blutsverwandten in weiblicher Linie. Ursprünglich bestanden 11 gentes: die Hirsche, Bären, gestreiften Schildkröten, die schwarzen Schildkröten, Sumpfschildkröten, glatten, großen Schildkröten, Falken, Biber, Wolf, Seeschlange und Stachelschwein. Diese Gentes bildeten 4 Phratries (deren Aufgabe wesentlich religiöser Natur war) und alle zusammen bildeten die tribus, den Stamm. Innerhalb jeder einzelnen gens herrscht Blutsverwandtschaft, zwischen den gentes untereinander weitverzweigte Verschwägerung. Auch durch Adoption konnte man Mitglied einer Familie werden mit allen Rechten und Pflichten derselben. In der Regierung ist die Militär- und die Zivil-Gewalt getrennt. Die letztere besteht aus dem Rat und den Häuptlingen. Den Rat jeder einzelnen gens bilden 5 einzelne Mitglieder, nämlich 4 Weiber (Yu-waí-yu-wá-na), die sich aus derselben gens einen männlichen Vorsitzenden wählen; der Rat des ganzen Stammes wird durch die Summe aller Einzelräte gebildet: ihm präsidiert der Häuptling (Sachem), der aus den männlichen Mitgliedern des Stammes-

rates gewählt werden muß. Liegen besonders wichtige Dinge vor, so wird vom Häuptling auch noch die Volksversammlung zur Entscheidung einberufen. Die Aufgabe des Rates ist es, zu wachen über Sitte und Recht. Dazu gehören zunächst die Heiratsverhältnisse. Ehe zwischen Mitgliedern derselben gens gilt als Blutschande und ist deshalb verboten. Die Ehemänner bleiben persönlich Mitglieder ihrer mütterlichen gens, leben aber in der Familie ihrer Frauen; sämtliche Kinder folgen nicht der gens des Vaters, sondern jener der Mutter. Bei Heirat aus einem fremden Stamm muß der betreffende Teil erst in denselben Stamm des andern Ehegatten adoptiert werden, und zwar in eine von der des anderen Gatten verschiedene gens. Polygamie findet statt, doch dürfen die Weiber nicht derselben gens angehören; die erste Frau bleibt das Haupt des Haushalts. Polyandrie ist nicht gestattet. Stirbt die Mutter, so gehören die Kinder den nächsten weiblichen Verwandten der Mutter zu; stirbt der Vater, so haben die nächsten männlichen Verwandten der Mutter für diese und ihre Kinder zu sorgen.

Die Namen für die während des letzten Jahres gebornen Kinder werden am Fest des grünen Maises von dem weiblichen Teil des Rates gegeben; diese Namen beziehen sich auf Eigenschaften des Tieres, dessen Name die gens trägt. Weitere Funktionen des Rates sind: die Aufsicht auf den Schmuck, den jede gens bei festlichen Gelegenheiten zu tragen hat; die Verteilung des Platzes für jede Familie und jede gens auf dem Marsch sowie bei Niederlassungen; die Verteilung der Felder an die einzelnen gentes, die dann wieder durch die 4 weiblichen Mitglieder ihres speziellen Rates die Unterverteilung an die einzelnen Haushaltungen vornehmen. Alle zwei Jahre wird das Feld von neuem verteilt. Die Bebauung des Feldes geschieht gemeinsam durch alle kräftigen Weiber der ganzen gens. Der Wigwam und alles Hausgerät gehört der Frau und nach deren Tode der ältesten Tochter oder den nächsten weiblichen Blutsverwandten. Der Mann besitzt nur seine Kleider und sein Jagd- und Fischgerät, gewöhnlich auch ein kleines Boot, während die großen Boote der ganzen gens zugehören. Sache des Rates ist es ferner, für die Sicherheit der Mitglieder zu sorgen; er hat das Recht, gegebenen Falles alle Männer zur Ahndung von Unrecht aufzubieten; im Fall des Krieges verfügt der ganze Stamm über alle Männer. Die Phratry hat die Aufgabe, gewisse religiöse Zeremonien zu leiten und die Verfertigung gewisser Zaubermittel (Medizinen) zu übernehmen; jede gens hat ihren besonderen Schutzgott, jedes Individuum sein besonderes Amulett (Fetisch). Endlich hat der Rat noch die Aufgabe der Jurisdiktion. Als Verbrechen gelten Ehebruch (bestraft mit Abschneiden des Haares, im Wiederholungsfall mit Verlust des linken Ohres), Diebstahl (Ersatz des doppelten Wertes), Körperverletzung (meist durch Vergleich gesühnt), Mord (wird zunächst durch die betroffenen gentes auszugleichen versucht; ist das vergeblich, so muß der nächste Verwandte des Erschlagenen den Mord rächen), Verrat des Geheimnisses der Zaubereien oder Verrat an den Feind (Todesstrafe), sowie unerlaubte Zauberei (Tod durch das Messer, den Tomahawk oder Feuer). In Ausnahmefällen kann der große Rat einen Schuldigen für vogelfrei erklären, d. h. aus dem Schutz der gens ausstoßen.

Die Militärgewalt besteht aus einem Kriegshäuptling und aus einem Kriegsrat; Mitglieder des letzteren sind alle kriegstüchtigen Männer. Der Kriegshäuptling wird aus der gens der Stachelschweine gewählt, hat für die kriegerische Ausbildung der Männer zu sorgen; neben ihm stehen noch mehrere Kriegsunterhäuptlinge. Kriegsgefangene werden entweder adoptiert oder getötet.

Eine weitere Reihe von Abhandlungen der Reports behandelt die Sitten und Gebräuche, Geräte etc. der Indianer. Wir nennen zuerst die reichhaltige, glänzend illustrierte Abhandlung: A further contribution to the study of mortuary customs of the North American Indians, by Dr. H. C. Yarrow (1. Rep. pag. 86—203). Yarrow unterscheidet folgende Arten der Bestattung: 1) Erdbestattung (häufigste Bestattungsform bei den Indianern) in Gruben, Erdgräbern, Steingräbern, in Mounds, unter der Wohnung, in Höhlen. Der unmittelbare Kontakt der Leiche mit der Erde wird meist zu verhüten gesucht. — 2) Einbalsamierung oder Mumifikation, wobei die Leichen nachträglich in der Erde, in Höhlen, Mounds, auf Gerüsten oder in Leichenhäusern beigesetzt werden. — 3) Urnenbegräbnis, meist sekundär, d. h. nach vorgängigem Erdbegräbnis werden die Knochen ausgegraben und in Urnen aufbewahrt. — 4) Bestattung an der Oberfläche (in hohlen Bäumen, Hütten, unter einer Schicht Rinde, Erde oder Steinen; nur als Notbehelf und selten geübt). — 5) Verbrennung (vollständig oder nur teilweise; die Asche wurde in Gruben oder Urnen beigesetzt, in Kisten auf Gerüsten oder Bäumen aufbewahrt, wohl auch zerstreut; seit uralter Zeit in sehr ausgedehntem Gebrauch). — 6) Luftbestattung (aerial sepulture) in Hütten, Zelten, in Kanoe's, Kisten, die auf Pfosten erhöht aufgestellt werden oder frei auf dem Boden stehen, auch wohl in Körben, die auf Bäumen aufgehängt werden. — 7) Wasserbestattung, bei den Indianern nie zur festen Sitte geworden, sondern nur ausnahmsweise geübt. — Zum Schluß gibt Yarrow noch Mitteilungen über die bei den Begräbnissen üblichen Gebräuche der Trauer, der Menschenopfer, Leichenfeste etc., sowie über manche hierbei in Wirkung kommende abergläubische Vorstellungen.

Erzeugnisse des Handwerks und der Kunst behandeln die folgenden Abhandlungen: Art in shell of the Ancient Americans, by William H. Holmes (2. Rep. pag. 179—305): Eingehende Monographie über die Benutzung von Muschelschalen zu Schmuck und Gerät. Als letzteres dienten sie teils unmittelbar, teils bearbeitet zu Gefäßen, Löffeln, Messern, Celten, Schabern, zu Ackerbaugeräten, Fischangeln (an der pacifischen Küste), Waffen (Schalen von Busikon als Keulenköpfe an steinarmen Küsten, z. B. in Florida). Noch ausgedehnter war der Gebrauch der Muscheln für Schmuckgegenstände, wie Nadeln (aus der Columella von Univalven), Perlen (hergestellt teils aus kleinen, einfach durchlochten Muscheln, teils aus Stücken von Schalen von Uni- oder Bivalven, teils aus zerschnittenen Columellen von Univalven; sie dienten als Zierat, oder als Geld oder als mnemonische Erinnerungsmittel [Wampum]), Gehängeplättchen, durchbohrte Platten etc. Von besonderem Interesse sind die gravierten Platten, die wahrscheinlich nicht bloß als Zierat, sondern

zugleich auch als Würdeabzeichen oder als Totemzeichen oder als Amulett getragen wurden. Auf denselben findet sich nicht selten und zwar schon in vorkolumbischer Zeit das Kreuz; Scheiben mit gezähneltem Rand tragen gewöhnlich mehrere konzentrische runde Felder, deren innerstes fast immer durch drei Spiralen gleichmäßig dreigeteilt ist (Holmes' Vermutung, daß es sich hier um Kalendersteine handelt, dürfte sich wohl kaum sicherer begründen lassen). Unter den Tierdarstellungen auf Muschelscheiben finden sich Vogelköpfe, Spinnen, Schlangen, Menschengesichter und Zeichnungen ganzer Menschen (drei aus Tennessee, eine aus Missouri; zwei der ersteren sind so phantastisch, grotesk, daß wohl Zweifel darüber aufkommen können, ob sie wirklich Menschen darstellen sollten; die beiden anderen erinnern an mexikanische Darstellungen von Menschen).

Illustrated catalogue of the collections obtained from the Indians of New Mexico and Arizona in 1879, by James Stevenson (2. Rep. pag. 307—422). Auf der ersten Stevenson'schen Expedition zu den Pueblos-Indianern wurden 2858 Objekte gesammelt, die fast jeden Gebrauchsgegenstand repräsentieren; es sind Gegenstände von Stein (Äxte, Beile, Keulen, sämtlich uralt, und von den heutigen Indianern auf den Ruinenstätten früherer Geschlechter aufgelesen), ferner Mörser und Reibschalen für das Zerkleinern von Getreide etc.; sodann Gegenstände vegetabilischer Natur, wie Körbe, Geflechte, Gewebe, musikalische Instrumente etc.; endlich, und zwar am allermeisten vertreten, Thonwaren. Am häufigsten kommen unter den letzteren vor Wasserkrüge, die bei den Zuñis rahmweiß, glänzend rot und schwarz gefärbt sind. Das Ornament derselben besteht aus dreieckigen Figuren, großen, nicht ganz geschlossenen Kreisen, Spiralen, Bogen etc. Nie findet sich auf dem Zuñigeschirr ein echter Mäander, auch fehlen hier ganz die sonst häufigen Reben und andere Pflanzenmotive. Schachbrettornament kommt in der Höhlung von Schalen, nicht aber außen an Wasserkrügen vor. Hirsche stehen stets mit dem Kopf nach rechts; in ihrer Bauchgegend ist oft ein heller Fleck, in der Herzgegend ein roter Fleck, von welchem sich eine rote Linie bis zum Munde hinzieht. Die Außenfläche der Gefäße ist gewöhnlich durch Horizontallinien in Bänder geteilt, eines für den Hals und zwei bis drei um den Bauch des Gefäßes. Die Basis ist nicht ornamentiert. Der Umstand, daß nie ein Muster vollständig identisch ist mit einem andern, beweist, daß dieselben nicht mechanisch (durch Stempel) wiederholt wurden. Die gewöhnliche Form der Zuñi-Wassergefäße ist die einer kugeligen Feldflasche, die von 1 Pint bis zu 4 Gallonen (18 Liter) fassen kann. Die Handhaben sind knollenförmig, solid oder ösenartig durchbohrt. Wie bei allem indianischen Thongerät fehlt eine echte Glasur: ein matter Glanz des schwarzen Geschirrs wird durch Reiben mit einem Polierstein hervorgebracht. Der Teig enthält oft Teilchen gestoßenen Thongeschirrs oder schwarzer Lava beigemischt. Stevenson unterscheidet:

1) rotes oder nicht gefärbtes Thongeschirr;

2) braunes Geschirr mit beigemengtem Glimmer (meist zerbrechliche Ware);

3) die milchweiße Ware mit farbigem Ornament (zwei Drittel aller Nummern der Sammlung). Dies Geschirr ist innen rot gebrannt, außen aber mit weißem Überzug versehen. Nach der Färbung kann man zwei Klassen unterscheiden: ganz schwarze Figuren, und bunte Malereien mit teils schwarzen teils roten Figuren. Bei den ersteren sind bloß die oberen zwei Drittel des Gefässes mit weißem Malgrund überzogen, der untere Teil dagegen rot. Die Gefäße sind meist kugelig, die Ausführung sorgfältig. Winkelige, geometrische Figuren mit geraden Linien herrschen vor. Pflanzenornament fehlt ganz oder fast ganz. Man kann bei dem Ornament dieser bemalten Gefäße dreierlei Motive unterscheiden: geometrisches Ornament (am häufigsten), Tierfiguren, und rohe Versuche zu Pflanzenornament (selten). Nur sehr selten wird versucht, den Menschen abzubilden. Unter den äußerst mannigfaltigen geometrischen Figuren sind am häufigsten Dreiecke mit ausgezogenen Spitzen, und Zickzacklinien, auch Schachbrettfiguren. Die dargestellten Tiere sind meist Hirsche oder Vögel. Die Versuche zu Pflanzenornament stellen Weinranken, sehr unvollkommene Bäume und Blumen von *Helianthus* dar;

4) rotes Geschirr mit schwarzem Ornament um den Gefäßhals (selten);

5) antike Thonwaren (aus den Pueblos-Ruinen).

Von den Pueblos verfertigen alle mit Ausnahme von Taos Thongeschirr, am meisten und am besten die Zuñis. Zwischen dem Ornament des Rio-Grande-Thales einerseits und dem des sehr trockenen Coloradogebietes (Zuñi) anderseits besteht ein großer Unterschied: in der ersteren wasser- und vegetationsreichen Gegend sind Weinlaub und mancherlei Vögel beliebte Motive, bei den Zuñi dagegen herrschen Jagd- und Haustiere, sowie die eckigen Linien der Felsen und der Häuser vor.

Der Thon wird auf den Höhen des Tafellandes (Mesas) gefunden; er wird von den Frauen geknetet, nach Bedarf unter Beimischung von zerstoßener Lava und Topfscherben; dann wird der Boden aus einem Klumpen Teig geformt und auf ihn spiralförmig aufsteigend schmale Würste von Teig aufgelegt, angedrückt und verstrichen, wobei als einziges Töpferwerkzeug eine Art von Kelle dient. Dann werden die Gefäße an der Sonne getrocknet; ist das geschehen, so wird als Grundierung für die Bemalung ein suppendünner weißer erdiger Brei aufgetragen. Die Farbstoffe finden sich in der Nähe der Pueblos selbst: es sind schwarze Hämatite oder (für rote Farben) Ockererden, die in kleinen Mörsern angerieben und mit Pinseln aus Yuccablättern aufgetragen werden. Die Gefäße werden in getrocknetem Mist gebrannt, wobei jeder Kontakt mit demselben sorgfältig vermieden werden muß. Das schwarze Geschirr wird nach dem Lufttrocknen zuerst mit einer dünnen ockergelben Thonschicht überzogen und diese noch feucht mit glatten Steinen poliert. Ist dann alles trocken, so geschieht das Brennen zunächst wie vorhin angegeben; gegen das Ende aber wird trockener, fein pulverisierter Dünger darüber gestreut, so daß ein dicker schwarzer Qualm entsteht, der den Thon durchdringt und die Gefäße schwarz färbt.

Illustrated Catalogue of the collection obtained from the Indians of New Mexico in 1880, by J. Stevenson (2. Rep. pag. 423—465). Die Expedition wurde unternommen, um noch vor der Beendigung der Süd-

pacificbahn und der damit zu erwartenden Verwischung alles Eigentümlichen zu retten, was noch von Originellem vorhanden war. Beim Besuch der Pueblos am Rio grande del Norte wurde dabei etwa 50 engl. Meilen westlich von Santa Fé eine große Anzahl (mehrere tausende) in die senkrechten Tuffwände eingegrabener Höhlenwohnungen gefunden und untersucht. Die ursprünglichen Bewohner hatten mit Steinhacken ein viereckiges Thor in die Wand gehackt und dasselbe innen zu einem ovalen, etwa zwölf Fuß großen, mannshohen Raum erweitert; an den Seitenwänden waren Zapfenlöcher eingehauen für Balken, an welchen man Gerät etc. aufhängen konnte. Ein eigentlicher Herd war nicht vorhanden, doch zeigten die Wände der Kammern deutliche Feuerspuren. Die Wohnungen liegen in unregelmäßigen Abständen (durchschnittlich etwa 20 Fuß) voneinander und öfters in zwei- oder dreifacher Reihe übereinander. In der Erinnerung der jetzigen Pueblosindianer sind die früheren Bewohner dieser Höhlenwohnungen ganz verschollen; Gräber und Menschenreste wurden in der Nähe nicht gefunden. Auf den Mesas in der Nachbarschaft finden sich Reste alter großer, teils runder, teils viereckiger Steinhäuser mit vielen Kammern und einem einzigen Ausgang. Sie können bis zu 500 Bewohnern beherbergt haben.

Animal carvings from the Mississippi valley, by H. W. Henshaw (2. Rep. pag. 117—166). Unter den Argumenten, welche seit Squier und Davis zu Gunsten einer hohen Kultur der Moundbuilders[1] vorgebracht und immer wiederholt werden, stehen in erster Linie die skulptierten Pfeifen, in welchen die beiden erstgenannten Autoren eine wunderbare Formvollendung und Naturtreue in der Darstellung erblicken zu müssen glaubten. Nun wurden diese Objekte vorurteilslos von dem bekannten Ornithologen Henshaw wiedergeprüft und es ergab sich das Resultat, daß es im Gegenteil wegen der Unvollkommenheit der Darstellung nur in wenigen Fällen gelingt, mit Sicherheit die Spezies zu erkennen, welche dargestellt werden soll. Henshaw läßt nicht nur die Vögel, sondern auch die Vierfüßler Revue passieren. Das von Squier und Davis sogenannte Manatee (auf dessen Abbildung durch die Moundbuilders sehr weitgehende Schlüsse über die Herkunft der letzteren aufgebaut worden waren) ist sicher kein Manati, sondern eine in den Gewässern des Mississippi sehr gemeine Otter. Ähnlich verhält es sich mit der Deutung des Tucan, dessen Nordgrenze das südliche Mexiko ist: seine angeblichen Darstellungen sind untereinander sehr unähnlich, die eine ist vielleicht das Bild eines jungen Adlers, eine zweite eine Krähe, eine dritte läßt sich nicht bestimmen. Auch Squier's Deutung eines Vogels als Papagei ist falsch: es ist ein Tier aus der Familie der Habichte. Irrig sind ferner die Deutungen einer Eule (vielleicht Fledermaus), eines Waldhuhns (Habicht), eines Bussard, des Kirschvogels, zweier Adler etc. Squier hat von 45 Tierbildern nur 5 der Spezies nach genau bestimmt, 19 sind als Gattung richtig benannt, 16 sind falsch gedeutet und 11 sind von ihm wegen zu großer Unbestimmtheit der Form gar nicht be-

[1] Vergl. hierzu die Abhandlung des Verf.: „Die Moundbuilders und ihr Verhältnis zu den historischen Indianern“, in Kosmos 1884, I. Bd. S. 81, 163.
D. Red.

zeichnet. Nur wo ganz besonders hervorstechende Merkmale ein Tier auszeichnen, ist die Deutung sicher. Dazu gehört aber durchaus kein besonderes Geschick des Steinschneiders.

Noch formenunbestimmter als die Tierskulpturen der Pfeifen sind die sogenannten Tiermounds. Was speziell den sogenannten Elefantenmound betrifft, der angeblich ein Mastodon darstellen sollte, so besitzt derselbe zwar eine etwas verlängerte Schnauze, es fehlen ihm aber die Stoßzähne, die Ohren, der Schwanz, und selbst das, was man als Rüssel deutet, ist viel zu kurz für einen solchen und eher als zufällige Ungenauigkeit des Mounderbauers aufzufassen. Die beiden sogenannten Mastodonpfeifen, sowie die Mastodonzeichnung auf einem Steintäfelchen, alle drei von einem und demselben Mann gefunden, sind mehr als wahrscheinlich Fälschungen. — Der sogenannte Alligatormound bei Cincinnati läßt sich nur als ein vierfüßiges Tier mit stark gekrümmtem Schwanz, aber nicht genauer deuten.

Wie mit der Darstellung der Tiere verhält es sich in bezug auf die Ausführung auch mit den »Porträts« der Moundbuilders selbst: auch hier geben selbst die besten erhaltenen Köpfe nur allgemeine Züge; alle Lobeserhebungen Squier's über Ausdruck und Charakter dieser Darstellungen sind starke Übertreibungen.

So hat man denn also, wie die übrigen Leistungen der »Moundbuilders«, so auch die Kunsthöhe derselben bedeutend überschätzt.

Leipzig, den 26. März 1885. Dr. Emil Schmidt.

Ethnologie.

Eine neue statistische Darstellungsmethode.

Wie die Erscheinungen des gesellschaftlichen Lebens von gewissen Ursachen abhängig sind, zeigt deutlich die Statistik. Stets finden sich Gesetzmäßigkeiten vor und es ist die Aufgabe der Statistiker, sie aufzufinden, mathematisch zu berechnen und dem Auge zu veranschaulichen. Wichtige Arbeiten hierüber hat Luigi Perozzo geliefert. Die jüngste[1] derselben hat sich die spezielle Aufgabe gestellt, die Wahrscheinlichkeit der Verheiratung einer Person binnen einer gewissen Zeit darzustellen.

Da die Erscheinungen des gesellschaftlichen Lebens von so vielen, oft an sich nur geringfügigen Umständen abhängig sind, so fragen wir uns unwillkürlich, auf welche Weise die Statistik den Einfluß dieser einzelnen Momente feststellt. Bei einer einzelnen Verheiratung z. B. kann man doch durchaus nicht sagen, daß ein Umstand ausschlaggebend gewesen wäre; denn das Resultat würde vielleicht ein ganz anderes geworden sein, wenn nur ein einziger oder mehrere an sich ganz unwichtige Umstände gefehlt hätten. Die Wirkung dieser an sich ganz unwesentlichen

---

[1] Neue Anwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Statistik etc. von Luigi Perozzo. Deutsch von O. Elb. Dresden, Knecht, 1883.

Momente, die oft entgegengesetzt wirken, muß also ausgeglichen werden: dies kann nur durch Beobachtung von vielen Fällen, durch Massenbeobachtung geschehen. So ist z. B. die Zahl der Eheschließungen im Deutschen Reiche fast immer dieselbe, weil die äußeren Umstände sich fast gleich bleiben. Die Zufälligkeiten gleichen sich aus, die äußeren Verhältnisse sind also durchschnittlich dieselben. Teilt man nun diese große Zahl von Fällen je nach dem Lebensalter ein, so daß also dieser Umstand sich beständig ändert, während die andern dieselben bleiben, so erhält man für ein verschiedenes Alter auch eine verschiedene Zahl von Verheirateten; in jüngeren Jahren sind noch wenige verheiratet, später mehr bis zu einem Maximum. Nach und nach werden immer mehr Ehen durch den Tod oder auch durch Scheidung gelöst, so daß die Zahl der Ehen immer mehr abnimmt.

Um sich nun den Einfluß des Alters besser veranschaulichen zu können, schreibt man in einer Tabelle links das Alter der Personen und rechts daneben die betreffende Zahl der Verheirateten. Wenn man diese Zahl mit Hilfe eines Maßstabes nach rechts abträgt, so daß jeder Millimeter eine bestimmte Zahl von Verheirateten vorstellt, so erhält man Linien, die für das mittlere Alter am längsten sind. Verbindet man nun die Endpunkte dieser Linien miteinander, so entsteht eine Kurve, welche für ein bestimmtes Alter ein Maximum erreicht und nach beiden Seiten mehr oder weniger rasch abfällt. Aus dem Verlauf dieser Kurve läßt sich am besten das Steigen und Fallen der Zahl der Ehen ersehen.

Auf diese Weise kann man dem Auge aber nur veranschaulichen, wie eine Erscheinung des sozialen Lebens von einem einzigen Moment abhängig ist, und nur dieses hatte man bisher unternommen. Weit komplizierter wird es, wenn man zu gleicher Zeit zwei Momente in Betracht ziehen will, z. B. nicht bloß das Alter der Personen überhaupt, sondern zugleich das des Mannes wie das der Frau. Zu diesem Zwecke verfertigt man eine Tabelle nicht mit einem Eingang wie die vorige, sondern mit zweien, indem man das Alter der Männer auf die linke und das der Frauen auf die obere Seite schreibt; in die Tabelle selbst also rechts von dem betreffenden Alter der Männer und unter dem betreffenden der Frauen, die Zahl der Ehen der Männer von diesem Alter mit Frauen des betreffenden Alters. Ein solcher Zahlenkörper, wie man eine solche Summe von Zahlen nennt, ist also nach zwei Dimensionen geordnet. Will man sich nun die Größe dieser Zahlen veranschaulichen, so muß man eine neue, die dritte Dimension zu Hilfe nehmen und die Zahlen mittels eines Maßstabes auf Linien auftragen, die sich von der Papierfläche ab senkrecht in die Höhe erheben. Es sei auch erwähnt, daß, da die von Perozzo benutzten Zahlen nur die während der beiden Jahre 1878 und 1879 in Italien geschlossenen Ehen umfassen, eine Ausgleichung der Zahlen nach der sogen. Wittstein'schen Methode stattfinden mußte, damit die bei kleineren Zahlen auftretenden zufälligen Schwankungen nicht störend auf den Verlauf der Kurven einwirken.

Es würde zu weit führen, wenn ich die Schlüsse, die sich aus der verschiedenen Länge der Linien ziehen lassen, verfolgen wollte, auch lassen sich dieselben an der gleich zu besprechenden Tabelle weit besser

erörtern. Ich will nur darauf hinweisen, daß bei einem jüngeren oder mittleren Alter die Linien am längsten, die Zahl der Ehen am größten ist.

Nun ist dies teilweise darauf zurückzuführen, daß überhaupt viel mehr jüngere Leute vorhanden sind als ältere, da der Tod immer mehr hinwegrafft. Wenn man aber untersuchen will, ob die jüngeren Leute eher geneigt sind eine Ehe einzugehen als ältere, so muß man die Zahl der vorhandenen Ehen auf die Zahl der überhaupt lebenden Individuen dieses Alters beziehen. Eine solche Vergleichung zeigt an, wie wahrscheinlich es ist, daß ein Mann von bestimmtem Alter innerhalb einer gewissen Zeit eine Frau von einem bestimmten Alter heiratet. Diese Zahlen sind in beigedruckter Tabelle mit zwei Eingängen zu einem Zahlenkörper zusammengestellt, und zwar so, daß von einer Ecke links oben ausgehend links das Alter der Männer und oben das der Frauen mitgeteilt ist. Auf derselben sind die größeren Zahlen stärker und die größte am stärksten gedruckt. Man kann also sofort aus der Tabelle erkennen, in welchen Jahren die Heiratslust größer und wann sie am größten ist. Denkt man sich nun über jeder Zahl eine Linie gezogen, die sich senkrecht von der Papierfläche in die Höhe erhebt, trägt man auf jeder Linie die darunter stehende Zahl mit einem Maßstab ab, indem man für jede Ehe vielleicht einen Millimeter annimmt, und verbindet man endlich die Endpunkte benachbarter Linien miteinander, wobei man über der Tabelle von links nach rechts und von oben nach unten weitergeht, so erhält man eine ganze Reihe von Kurven. Nimmt man z. B. ein Alter des Mannes von 30 Jahren, so zeigen die rechts hiervon stehenden Zahlen und ebenso die von hier aus nach rechts laufende Kurve an, wieviel Ehen von Männern dieses Alters mit Frauen von verschiedenem Alter zu erwarten sind. Diese Zahlen wachsen rasch, ebenso rasch steigt die Kurve, um dann langsam wieder zu fallen; diese Männer heiraten nämlich meist jüngere Frauen. Ebenso kann man auch ein bestimmtes Alter der Frauen nehmen, z. B. 20 Jahre; alsdann zeigen die darunter stehenden Zahlen ebenso wie die Kurve, welche von hier ausgeht, die Zahl der Ehen dieser Frauen mit Männern verschiedenen Alters an. Auch diese Kurve steigt anfangs rasch und fällt langsamer, weil diese Frauen sich mehr mit jüngeren Männern verheiraten, auch dann, wenn gleich viel jüngere und ältere Männer vorhanden wären. Einen ähnlichen Verlauf nehmen auch alle übrigen Kurven. Denken wir uns alle diese durch eine Fläche verbunden, so laufen auf derselben die Kurven netzartig. Da die Kurven anfangs rasch steigen, so hat die Fläche in der Nähe der Ecke, wo das jüngere Alter der Männer und Frauen verzeichnet ist, eine steile Erhöhung, ähnlich einem Hügel. Die Spitze desselben liegt natürlich über der Zahl, die in der Tabelle am dicksten gedruckt ist, und die Erhebung fällt nach dem jüngeren Alter steiler, nach dem älteren aber langsamer ab.

Über die Spitze der Erhöhung gehen die Kurven, welche die Heiratswahrscheinlichkeit für das 25. Altersjahr der Männer und das 22. der Frauen angeben. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein 25jähriger Mann eine 22jährige Frau heiratet, ist also die allergrößte — wenigstens in Italien.

Man denke sich nun diese Fläche der Heirats-Wahrscheinlichkeit

Die wahrscheinliche Anzahl von Individuen, welche sich von 10 000 Männern und 10 000 Frauen jedes Alters innerhalb zweier Jahre verheiraten.

Alter des Mannes in Jahren	Alter der Frau in Jahren																								
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
18	3	5	8	10	12	12	10	9	7	5	4	4	3	2	1	1	1	1							
19	6	11	17	19	30	31	29	23	18	12	9	8	6	5	3	3	2	1	1	1					
20	10	19	32	47	61	68	67	56	48	30	22	17	13	10	7	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1
21	13	27	47	70	95	110	115	102	84	58	42	31	24	18	13	10	7	6	5	4	3	2	2	1	1
22	17	34	60	93	130	153	165	156	135	103	72	55	42	31	23	17	13	10	8	7	6	4	4	3	2
23	21	41	73	115	165	196	220	220	196	156	119	87	67	50	37	26	20	16	14	11	9	7	6	4	4
24	24	45	80	126	182	222	250	249	230	195	156	123	92	69	51	37	29	23	19	15	13	10	8	6	4
25	25	47	84	131	193	236	276	278	266	229	197	163	129	95	68	49	38	29	24	19	16	13	10	8	6
26	23	44	77	123	181	223	264	272	263	236	210	185	153	118	83	60	47	37	30	24	19	15	13	11	8
27	19	38	69	110	166	206	246	258	258	235	215	194	170	134	98	70	54	42	34	26	20	16	14	12	9
28	15	31	56	91	136	172	205	219	222	210	196	182	163	137	106	78	59	46	38	28	22	18	15	13	10
29	11	23	46	75	116	145	180	192	199	190	182	173	158	138	113	87	68	52	43	34	25	20	17	14	11
30	8	19	36	60	96	121	151	163	169	165	161	157	146	131	111	91	72	59	47	38	29	23	19	16	12
31	7	15	30	49	81	104	133	144	151	149	148	148	139	127	110	93	82	69	59	45	35	27	22	18	14
32	6	13	26	39	64	85	110	123	131	131	132	133	130	120	106	91	84	75	65	51	38	32	26	21	16
33	5	10	19	34	55	73	96	108	118	119	121	123	123	114	103	90	85	78	69	57	44	35	28	23	17
34	4	8	15	26	45	59	78	90	99	103	107	110	111	106	97	86	78	71	67	58	47	39	30	24	18
35	3	6	12	21	34	47	64	75	84	88	93	97	98	94	88	80	74	69	64	57	48	40	31	26	20
36	2	5	10	17	27	38	51	61	68	74	80	86	87	85	80	74	70	65	61	55	48	42	34	28	21
37	2	4	8	13	21	30	41	51	56	61	68	75	79	77	73	67	64	62	59	53	47	41	36	30	23
38	1	3	6	10	17	24	32	39	46	51	56	63	67	68	66	62	60	60	56	51	45	40	36	30	24
39	1	2	5	8	13	18	25	31	38	43	48	53	59	59	60	57	56	56	53	49	43	39	36	31	26
40	1	2	3	6	10	14	21	25	30	35	40	43	48	49	51	51	52	52	50	45	41	39	34	30	25
41	1	1	3	5	8	11	17	21	26	29	35	40	44	44	44	45	48	49	48	43	39	37	34	29	26
42	1	1	2	4	6	9	14	18	22	24	28	32	37	39	40	40	43	45	45	43	39	37	34	30	25

durch eine horizontale Ebene geschnitten, so daß sie also parallel mit der Fläche des Papieres läuft. Diese durchschneidet die Wahrscheinlichkeitsfläche in einer Kurve, welche horizontal um die Erhebung herumläuft. Die Linien, welche von dieser Kurve aus senkrecht auf die Papierfläche gezogen werden, sind alle gleich groß. Die horizontale Kurve gibt also an, für welches Alter der Männer und Frauen die Wahrscheinlichkeit einer Heirat gleich groß ist. Dasselbe thun alle übrigen Kurven, die als Schnitte solcher horizontaler Ebenen erhalten werden. Z. B. ist es ebenso wahrscheinlich, daß ein 15jähriges Mädchen von einem 25-jährigen Manne geheiratet wird, als daß ein 19jähriger Jüngling ein 22jähriges Mädchen heiratet; beide Wahrscheinlichkeiten sind nämlich sehr gering. Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, daß ein 25jähriger Jüngling ein 20jähriges Mädchen heiratet. Und genau ebenso sehr wahrscheinlich ist es, daß ein 26jähriger Jüngling ein 24jähriges Mädchen heiratet. In der Tabelle sind diese Stellen natürlich an den gleichgroßen und gleichstarkgedruckten Zahlen zu erkennen. Aus der Tabelle sowohl wie aus der Fläche, die man sich hierüber konstruiert denken muß, ersieht man recht deutlich, wie die Zahl der Ehen von zwei äußeren Umständen, dem Alter des Mannes und dem der Frau abhängig ist.

Die hier vorgeführte Methode, durch eine Fläche darzustellen, wie sich eine Erscheinung mit zwei Umständen ändert, ist sehr leicht faßlich und sehr anschaulich. Sie ist daher auch auf anderen Gebieten, z. B. in der Ballistik angewandt worden. Wenn nämlich auf ein Ziel geschossen wird, so verteilen sich die Geschosse auf demselben und um dasselbe. Schreibt man nun auf jede Stelle, wie viele Geschosse dort trafen, trägt die erhaltene Zahl auf senkrechten Linien mittels eines Maßstabes ab und denkt sich die Endpunkte aller dieser Linien durch eine Fläche verbunden, so gibt diese die Wahrscheinlichkeit des Auftreffens der Geschosse um den Zielpunkt herum an. Diese Fläche zeigt ebenfalls eine sehr starke und steile Erhebung über dem Ziel und hat überhaupt sehr viel Ähnlichkeit mit der Fläche der Heiratswahrscheinlichkeit. Ebenso wie die Kugeln die Tendenz haben, einen bestimmten Zielpunkt zu treffen, so haben auch die Ehen gleichsam die Tendenz, in einem bestimmten jüngeren Alter der Menschen einzutreten. Die Erscheinungen des gesellschaftlichen Lebens gleichen also den physikalischen oder physiologischen Erscheinungen, die wie das Auftreffen der Geschosse oder die Entstehung des Geschlechtes von mehreren Ursachen abhängig sind. Aus den neueren statistischen Untersuchungen geht demnach immer deutlicher hervor, daß die Handlungen des Menschen von einer großen Zahl von Ursachen abhängen, daß also mit Recht die Statistik eine Physik des sozialen Lebens genannt werden kann, wie es auch schon vor langer Zeit der bedeutende Statistiker Quetelet gethan hat.

Dr. C. Dusing.

Litteratur und Kritik.

Unser Wissen von der Erde. Allgemeine Erdkunde oder astronomische und physische Geographie, Geologie und Biologie; ferner im Anschluß hieran Spezielle Erdkunde oder Länderbeschreibung der fünf Weltteile. Herausgegeben von hervorragenden Fachleuten. Leipzig 1884. Verlag von G. Freitag.

Prof. Kirchhoff in Halle hat die Herausgabe des sechsbändigen Werkes übernommen. Ist der erste Band eine physische Erdkunde, so sind die folgenden der Länderbeschreibung gewidmet. Europa soll in Band 2 und 3, Asien in Bd. 4, Afrika und Australien in Bd. 5 und Amerika mit den Polarländern in Bd. 6 durch Wort und Bild zur Darstellung gelangen.

Gegen 40 Lieferungen, jede zu 90 Pf., umfaßt der erste Band. Die Ausstattung ist hochfein und zahlreiche Karten, Vollbilder und Vollbilder in Farbendruck locken zum Ankauf.

Julius Hann, bekannt als Verfasser eines vorzüglichen Handbuches der Klimatologie, hat die erste Abteilung: die Erde als Weltkörper, als Stern unter Sternen, geschrieben. Alle Fragen und Erscheinungen betreffs der Gestalt und der Größe der Erde, ihrer Bewegung, ihrer Atmosphäre und Hydrosphäre finden hier eine klare, leichtverständliche Beantwortung.

In gleicher Übersichtlichkeit unterrichtet klar und wissenschaftlich Ferdinand v. Hochstetter, der kürzlich verstorbene große Geologe Neuseelands, über die physiographischen Verhältnisse der festen Erdrinde. Von der Beschreibung der verschiedenen Gesteinsarten und Lagerungsformen wendet er sich zu den Ansichten über das Erdinnere, um mit einer Darstellung der dynamischen und historischen Geologie abzuschließen.

Alois Pokorny, Verfasser des biologischen Teiles, schildert, immer den Standpunkt der Deszendenzlehre hervorhebend, die Erde als Wohnplatz der Pflanzen, Tiere und Menschen. Der Verfasser geht von der gegenwärtigen Verteilung der Organismen aus und versucht die aufgeführten Probleme zu lösen, indem die Vermehrungs- und Migrationsfähigkeit der organischen Wesen, der Kampf um das Dasein und die Lehre von der Zuchtwahl billige Berücksichtigung finden. Die Aufstellung des genetischen Stammbaumes der organischen Welt schließt den geschickt durchgeführten Satz von der fortschreitenden Entwickelung aller organischen Wesen.

Überschauen wir die vielen vor uns liegenden Lieferungen, so bleibt das Buch, obgleich es hier und da, vornehmlich auf kartographischem Gebiete, leicht hätte Vollkommeneres bieten können, trotzdem ein sehr nützlicher instruktiver Leitfaden, welchen wir neben den echt wissenschaftlichen Werken von GÜNTHER, von PESCHEL und LEIPOLDT im Interesse der studierenden Jugend und des gebildeten Publikums, soweit dasselbe einer zeitgemäßen Naturauffassung huldigt, nicht vermissen möchten; denn dieser erste Band des »Unser Wissen von der Erde« will in das große Gebiet der physischen Erdkunde und der Entwickelungsgeschichte lebender Wesen — einführen. Das Werk liest sich gut und ist daraufhin angelegt, ein Volksbuch bester Art zu werden.

Dresden. CLEMENS KÖNIG.

Antwort

auf die Bemerkungen des Herrn Prof. FRAAS über die Kritik des »TRÖLTSCH'schen Werkes«.

(Vergl. „Kosmos" 1885 I. Bd. 2. u. 3. Heft.)

Wenn man anstatt mit Thatsachen zu widerlegen, mit persönlichen Angriffen dem Gegner zu Leibe geht, so legt ein solcher Verteidigungsmodus kein gutes Zeugnis ab für die Sache, welche vertreten werden soll. Anstatt meine Einwendungen mit bezug auf die hypothetische Periodeneinteilung und die mangelhaften Litteraturangaben im TRÖLTSCH'schen Werke: „Fundstatistik der vorrömischen Metallzeit im Rheingebiete" zu widerlegen, beschränkt sich der Verteidiger des Herrn VON TRÖLTSCH darauf, mir eine mala fides bei Verabfassung der Kritik zu unterschieben und von „unbescheidener Jugend" indigniert zu sprechen. Jugend oder Alter hat mit der wissenschaftlichen Kritik, besonders mit einer gutgemeinten, absolut Nichts zu thun; das sind rein persönliche Verhältnisse, welche in keiner Weise, ebensowenig wie Stand und Rang anzuziehen sind. — Für laienhaft muß jeder Archäolog und besonders jeder rheinische das Einteilungsprinzip der Perioden und die Litteraturangaben bei TRÖLTSCH halten. Man vergleiche doch, wenn der inkriminierte Kritiker so sehr Unrecht haben soll, was Geh.-Rat Prof. VIRCHOW in dieser Beziehung über das TRÖLTSCH'sche Werk in der „Zeitschrift für Ethnologie" 1884 S. 176 ausgesprochen hat. Es heißt dort mit bezug auf die Periodeneinteilung wörtlich:

„Es wird dem Verf. deswegen nicht an Angriffen fehlen!" Bemerkt sei, dass der Unterzeichnete erst nach Absendung seines Manuskriptes von der VIRCHOW'schen Besprechung Kenntnis nehmen konnte. NAUE bemerkt in seiner Besprechung (vergl. „Correspondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte" März 1885) ausdrücklich, Herr VON TRÖLTSCH möge bei einer zweiten Auflage die Lokalpublikationen angeben. So ist ja gar keine Kontrolle der Angaben möglich. — Den Verdiensten des TRÖLTSCH'schen Werkes, als ersten Versuchs auf dem Gebiete der statistisch behandelten Vorgeschichte, hat übrigens Verfasser so sehr Rechnung getragen, daß es nur übertriebene Selbstschätzung sein kann, welche zu ungerechten Insinuationen und beleidigenden Briefen Anlaß geben kann. — Daß der gute Rat, den Prof. FRAAS am Schlusse seiner Bemerkungen dem Verfasser erteilt, nicht am Platze ist, weiß jeder, der die Arbeiten des Verfassers seit anderthalb Dezennien verfolgt hat. Jedes Konversations-Lexikon gibt darüber Aufschluß.

Hardenburg, 2. April 1885. Dr. C. MEHLIS.

Indem wir nach litterarischem Brauche dieser Replik noch Raum geben, halten wir hiermit die fragliche Angelegenheit für erledigt.

Die Redaktion.

Erklärung der Redaktion.

Als mir Ende November vorigen Jahres von Herrn Dr. B. Langkavel in Hamburg ein Manuskript »Europas Antilopenarten« mit der Bitte um Aufnahme in den Kosmos zuging, hatte ich keine Veranlassung, daran zu zweifeln, daß der Inhalt desselben, soweit nicht direkt auf andere Quellen verwiesen oder allgemein bekanntes Material benutzt war, geistiges Eigentum des genannten, mir bis dahin unbekannten Autors sei. Ich brachte den Artikel mit nicht unbedeutenden Kürzungen im Januarheft des laufenden Jahrganges (S. 48—52) zum Abdruck, da mir insbesondere die auf S. 49 und 51 ausgesprochenen Ideen über die Wege und Epochen der Einwanderung der europäischen Tierwelt einigen Wert zu haben schienen.

Nun macht mich unser verehrter Mitarbeiter Herr Dr. Fr. Th. Köppen in St. Petersburg darauf aufmerksam, daß gerade die eben hergehobenen Stellen fast wörtlich aus seiner Ende 1883 erschienenen Abhandlung: »Nachschrift zu dem Aufsatze: Das Fehlen des Eichhörnchens etc. in der Krim« abgeschrieben sind, ohne daß die hier ausgebeutete Quelle auch nur angedeutet wäre! Verf. versucht loc. cit. S. 26, an Stelle der bekannten Lartet'schen Einteilung der quaternären Periode eine neue zu geben, welche sich auf die Resultate seiner langjährigen Untersuchungen tier- und pflanzengeographischer Fragen stützt[1]. Auf S. 30—35 der erwähnten Arbeit sind die Folgerungen aus jenen Ergebnissen gezogen; sie gipfeln in eben den Sätzen, welche Herr Langkavel für sein eigenes Geisteserzeugnis auszugeben sich erdreistet hat. Sogar die Notiz aus H. Schaum, »Norddeutsche Salzkäfer« vom Jahre 1843 hat er mit herübergenommen, wohl um seine Belesenheit zu zeigen.

Das unqualifizierbare Verfahren des Herrn Langkavel gegenüber Herrn Dr. Köppen und der schnöde Vertrauensmißbrauch, dessen er sich mir gegenüber schuldig gemacht, richten sich selbst. — Ich bedaure aufrichtig das Herrn Dr. Köppen unwissentlich auch durch mich zugefügte Unrecht und erfülle nur eine selbstverständliche Pflicht, indem ich ihm hier öffentlich Genugthuung dafür zu geben suche. Zugleich freue ich mich, unsern Lesern die angenehme Mitteilung machen zu können, daß Herr Dr. Köppen die Güte gehabt hat, mir für den nächsten Band des Kosmos eine ausführliche Abhandlung in Aussicht zu stellen, welche gerade die oben berührten hochwichtigen Probleme behandeln wird.

B. Vetter.

[1] Über drei diesbezügliche Schriften des Verf. ist im Kosmos XIII, 1883, S. 73, 77 und 1884, II. Bd. S. 214 referiert worden.

Ausgegeben den 5. Mai 1885.

Beiträge zur Geschichte der Entwickelungslehre.

Von

David Wetterhan (Freiburg i. B.).

„Es gibt in der That eine Art Unterströmung, nicht sowohl wirklich ausgebildeter Meinungen als vielmehr der Tendenz zur Bildung von Meinungen in gewissen Richtungen, welche hier und da zur Oberfläche empordringt, als Zeichen einer latenten Geneigtheit in den Geistern, grosse Fragen aus einem neuen Gesichtspunkte zu betrachten. Angemessen geleitet, führt diese zu den bedeutendsten Resultaten. Die Geschichte zeigt immer wieder, dass dann die rechte Stunde und der rechte Mann gekommen: keines von beiden allein kann etwas vollbringen. Aber eine grosse Idee, welche von einem über sein Zeitalter vorgeschrittenen Geiste ausgesprochen wurde, treibt Wurzeln und keimt im Verborgenen, formt die „unbewussten Gedanken" einiger Individuen der nächsten Generation, wird durch diese wieder weiter verbreitet und reift so im Stillen im Schosse der Zeit, bis sie hervortritt, gleich Minerva, in voller Rüstung der Macht." Carpenter, Mental Physiology.

Es ist allbekannt, daß gegen Ende des vorigen und zu Anfang dieses Jahrhunderts der Grundgedanke des Abstammungszusammenhanges der organischen Welt in Deutschland, Frankreich und England von hervorragenden Männern klar ausgesprochen wurde. Die betreffenden Verdienste von Goethe, Kant[1], G. R. Treviranus, Lamarck[2], Buffon, Erasmus Darwin[3] haben gebührende Anerkennung und kritische Sichtung reichlich gefunden. Neuerdings[4] ist noch ein älterer beachtenswerter Evolutionist ans Licht gebracht worden, Duchesne, welcher bereits 1766 in seiner ausführlichen »Naturgeschichte der Erdbeeren« zu dem Satze gelangte: »Die genealogische Anordnung ist die einzige, auf welche die Natur hinweist, die einzige, welche den Geist völlig befriedigt; jede andere ist willkürlich und gedankenleer.« —

Nicht minder bekannt ist, daß bis zum Erscheinen des Darwin'schen Hauptwerkes, 1859, diese Ideen auf den Lehrstühlen und in maßgebenden Büchern sehr wenig Beachtung fanden. Keineswegs aber waren sie darum wirkungslos geblieben. Eine »Unterströmung« hatte sich gebildet, welche nach und nach an Kraft und Ausbreitung gewann. Bald hier, bald dort zeigte sich die Bewegung, teils in erkennbarem Anschlusse an jene Vorgänger, teils wohl selbständig von neuem erregt durch unmittelbare Be-

[1] Lange, Gesch. d. Materialismus II, 3, Anm. 1.
[2] Kosmos Jahrg. I.
[3] E. Krause: Er. Darwin etc., Leipzig 1880.
[4] A. de Candolle: Darwin etc. (Nekrolog), Genf 1882.

trachtung der von den Fortschritten der Wissenschaft mehr und mehr erschlossenen Thatsachen. Auch diesen zu ihrer Zeit kaum gewürdigten Bestrebungen wird man jetzt allmählich gerecht. So z. B. wurden in dieser Zeitschrift Bd. XI. pag. 139 die sehr klaren und entschiedenen Ansichten der Botaniker MORITZI und KÜTZING über die Veränderlichkeit der Arten der Vergessenheit entzogen (nach einer Arbeit von Dr. H. POTONIÉ). Dennoch dürfte hier noch manches nachzuholen, manche Lücke auszufüllen sein, und dafür Beiträge zu liefern, ist der Zweck der folgenden Seiten.

Beginnen wir mit Deutschland. Mit dem Satze: »In der Eingeschränktheit unseres Wissens vom Werden, in der Bildersprache, welche diese Eingeschränktheit verbergen soll, nennen wir neue Schöpfungen die historischen Phänomene des Wechsels in den Organismen . . . .« (Kosmos I, pag. 284) hatte HUMBOLDT die große Frage nur flüchtig, aber doch in anregender Weise gestreift. BERNHARD COTTA, Professor an der Bergakademie zu Freiberg, griff sie in seinem Buche »Briefe über A. v. H.'s Kosmos« (1848) um so kräftiger auf und wird manchen (wie auch den Verf. dieser Skizze) zuerst in dieser Richtung angeregt haben. Besondere Hervorhebung verdient es, daß COTTA, welcher schon damals die Deszendenztheorie für die ganze Lebewelt verfocht[1], fast zwölf Jahre vor Erscheinen der »Entstehung der Arten« bereits den Namen CHARLES DARWIN mit dieser Lehre verknüpfte. Und zwar hat er mit glücklichem Scharfsinn gerade eines der wichtigsten Ergebnisse der DARWIN'schen »Reise eines Naturforschers« etc. in seiner vollen Bedeutung erkannt, nämlich die Verhältnisse der Fauna der Galapagos, welche später in Kap. 12 der »Entstehung der Arten« eine so wichtige Rolle spielen. Zu den betreffenden Stellen jenes Reisewerkes, welche mit dem Satze schließen: »diese Ähnlichkeit im Typus zwischen entlegenen Inseln und Kontinenten, während die Arten verschieden sind, ist kaum je hinreichend beachtet worden«, sagt COTTA (l. c. p. 287):

„. . . Wenn auf den Galapagos amerikanische Grundformen etwas verändert auftreten, so spricht das nur für eine gemeinsame Abstammung, aber ungleiche Fortentwickelung unter verschiedenen Umständen. Also für die Entwickelungstheorie, und für diese Ansicht sprechen insbesondere noch einige weitere Bemerkungen DARWIN's, nach welchen die Pflanzen- und Tierformen selbst auf den einzelnen Inseln der Galapagos verschieden sind, und nach welchen die Vögel,

[1] „In der That, es wird mir gerade bei dem Menschen . . . am meisten unmöglich, zu denken, daß er plötzlich durch neue Schöpfung hervorgebracht sei. Wir haben gesehen, daß selbst bei den niedrigsten Tieren und Pflanzen die ganz unerwiesene Annahme, sie entständen zuweilen ohne Ältern, durch genauere Untersuchung immer weiter und weiter zurückgedrängt wird, . . . und dennoch sollte jede organische Form zuerst durch einen solchen Akt entstanden sein, von dem noch kein Beispiel hat beobachtet werden können? Das ist mindestens höchst unwahrscheinlich und will man es annehmen, so muß man für diese Vorgänge alle wissenschaftliche Forschung aufgeben und sich einem blinden Glauben überlassen." — Freilich zeigen, fährt Cotta fort, „selbst Schimpanse und Orang noch so wesentliche Abweichung vom Menschen, daß wir billig den Sprung zu groß finden und nach Zwischenstufen fragen müssen. Hier aber kommt uns die Erfahrung zu statten, daß untergeordnete Rassen nie lange neben höher entwickelten derselben Art bestehen können . . ." (l. c. I. p. 304). Das im letzten Satze Gesagte hat übrigens schon Lamarck hervorgehoben.

deren nahe verwandte Formen in Amerika sehr schüchtern sind, hier, wie alle Tiere, wegen Mangel an Feinden in einen merkwürdigen Zustand der Zahmheit übergegangen sind . . ."

Und nach Anführung der Beschreibung einer zum Öffnen von Kokosnüssen auffallend adaptierten Krabbenart der Keeling-Inseln, zu welcher DARWIN bemerkt: »Das ist gewiß ein höchst merkwürdiger und besonderer Fall von Instinkt sowohl als von Anpassung des Körperbaues für den besonderen Zweck«, sagt COTTA (l. c. p. 266):

„. . . Hat hier eine früher schon im Meere existierende Krebsart an dem Leben auf dem Lande und an dem Genuß von Kokosnüssen Gefallen gefunden und deshalb durch Tausende von Generationen hindurch ihre ganze Organisation nach und nach so abgeändert, daß sie jetzt dazu geeignet ist, die Nüsse mit verhältnismäßiger Leichtigkeit zu verzehren? oder ist durch einen besonderen Schöpfungsakt für diesen besonderen Zweck ein dazu eingerichtetes Tier erschaffen worden? — . . . . Zu bedenken gebe ich Ihnen die Tausende von minder auffallenden, aber doch analogen Fällen, in welchen die Organisation der Tiere offenbar ganz nach und nach durch Übung für einen bestimmten Zweck sich abändert, wie der Windhund eine ganz andere Gestalt angenommen hat als der Dachs- oder Fleischerhund, das Rennpferd eine andere als das Frachtpferd. Die Unterschiede beruhen hier vielleicht nur in der Zeit, und ist diese groß genug, so sondert sich nach Tausenden von Annäherungsformen eine dem neuen Zwecke ganz entsprechende Art als selbständig ab."

In zutreffenderem Sinne als andere kann COTTA somit ein vordarwinscher Darwinianer genannt werden. Daß er bis zu seinem 1879 erfolgten Tode ein eifriger Anhänger der Entwickelungslehre geblieben ist, zeigt seine in 5 Auflagen (1866—78) erschienene »Geologie der Gegenwart«. —

Völlig auf dem Boden der Deszendenztheorie stand bekanntlich auch SCHLEIDEN bereits eine Reihe von Jahren vor DARWIN's Hauptwerk. Ich citiere aus seinem »Die Pflanze und ihr Leben«, Vorlesung 13 (Aufl. v. 1852):

„Wir wissen, daß einmal gebildete Spielarten, wenn sie mehrere Generationen hindurch unter denselben Bedingungen fortvegetieren, zuletzt in Unterarten, d. h. in Spielarten, die sich mit Sicherheit durch ihre Samen fortpflanzen lassen, übergehen . . . . Wie nun aber, wenn dieselben Einflüsse, die eine Abänderung der ursprünglichen Form einer Pflanze hervorriefen, nicht Jahrhunderte und Jahrtausende, sondern 10 und 100 Tausend Jahre in gleicher Weise zu wirken fortfahren, — wird nicht da zuletzt, wie aus der Spielart eine Unterart, so aus dieser eine so feststehende Pflanzenform werden, daß wir sie als Art bezeichnen können und bezeichnen müssen? Nun denn, ist die erste Zelle gegeben, so ist dann mit dem Vorigen auch der Weg bezeichnet, wie sich ausgehend von derselben allmählich der ganze Reichtum der Pflanzenwelt habe bilden können, freilich in Zeiträumen, von denen wir keinen Begriff haben . . . "—

Ein anderer hervorragender deutscher Botaniker, HOFMEISTER, hat schon in den Jahren 1849—51 die umfassendsten Einblicke in den Verwandtschaftszusammenhang des ganzen Pflanzenreiches eröffnet, indem er einerseits die Homologien des Entwickelungsganges von Moosen und Farnen etc. klarlegte, anderseits zeigte, daß die heterosporen Gefäßkryptogamen die anscheinend unüberschreitbare Kluft zwischen Kryptogamen und Phanerogamen überbrücken, »daß die Samenbildung der phanerogamen Pflanzen im Grunde wesentlich nichts anderes darstellt als die Vorgänge bei der Keimung der großen Sporen derjenigen Kryptogamen, welche zweierlei Sporen besitzen« (SACHS). Durch diese Nachweisungen hat die Botanik schon in der vordarwinschen Zeit mittels

morphologischer Untersuchungen ein noch wichtigeres Ziel im Sinne der Entwickelungslehre erreicht als die Zoologie zehn Jahre später durch den glücklichen paläontologischen Fund des die Reptilien mit den Vögeln verknüpfenden *Archaeopteryx*; ja, die zoologische Leistung, welche jener botanischen am ehesten entsprechen würde, nämlich die Aufklärung des Überganges von wirbellosen zu Wirbeltieren, ist noch heute ein umstrittenes Problem. Die volle Konsequenz aus jenen Entdeckungen hat HOFMEISTER freilich nicht sofort gezogen, wohl aber that er es, nachdem, wie er selbst in seiner »Allgem. Morphologie der Gewächse« (1868) sagt, DARWIN's Theorie »durch ihr klares und kühnes Aussprechen den Forschern die Binde des Vorurteils von der Unveränderlichkeit der Spezies von den Augen genommen«. —

Daß in den 50er Jahren der Transformismus von den deutschen Botanikern keineswegs ignoriert wurde, sondern wohl im Stillen mehr Anhänger zählte, als damit an die Öffentlichkeit treten mochten, erhellt auch aus der heftigen Sprache der Gegner. So z. B. sagt Prof. E. MEYER in Königsberg in einem Vortrage »Über die Beständigkeit der Arten, besonders im Pflanzenreich«[1], 1853, es sei der Taumel der deutschen Naturphilosophie

„. . . längst vorübergerauscht, doch nicht ohne vielfache, teils erfreuliche, teils bedauerungswürdige Spuren seines Wirkens hinterlassen zu haben. Zu den erfreulichen zähle ich vor allen die Anerkennung der Idee der Metamorphose der Pflanzen und Tiere . . . Zu den beklagenswerten rechne ich die tiefe Erschütterung des Glaubens an die Beharrlichkeit der Arten, den wir doch um so fester zu halten Ursache haben, je mehr wir uns der beweglichen Idee der Metamorphose hingeben".

MEYER citiert dann eine Stelle von GOETHE unter Auslegung derselben zu Gunsten der Immutabilität, deutet ferner in gleichem Sinne SCHIEDE's Untersuchungen über Pflanzenbastarde, sowie die Entdeckung des Generationswechsels der Farne, und meint zum Schlusse:

„Bedenken Sie noch, wohin die entgegengesetzte Meinung führt. Gingen die Arten der Organismen haltlos ineinander über, so müßte sich auch der Wurm im Staube, der Schimmel an feuchter Wand im Verlauf der Jahrhunderte durch unmerkliche Übergänge zu höherer und immer höherer Organisation erheben können, zuletzt bis zu uns, dem Ebenbilde Gottes. Und in entgegengesetzter Richtung drohete uns unabweisbar eine allmähliche Entgeistigung und Ausartung durch Affen und Paviane herab bis zur äußersten Grenze des Lebens; eine Vorstellung wenig verschieden von dem wüsten Traum der Seelenwanderung im sonnenverbrannten Gehirn eines Braminen. Die Vernunft schaudert vor solcher Erniedrigung zurück . . ." —

In ähnlicher Tonart meinte OTTO SENDTNER in seinem reichhaltigen Werke »Die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns«, 1854:

„Es gibt auch jetzt noch Leute, die von dem Übergange der Arten ineinander reden als von einer ausgemachten Sache. Das sind zweierlei Leute, entweder aufrichtige Pedanten oder hochmütige Ignoranten" u. s. f. —

Unter deutschen Zoologen ist besonders ROSSMÄSSLER zu erwähnen, auf dessen Arbeit von 1844 über Artenunterscheidung bei Süßwassermuscheln neuerdings OSKAR SCHMIDT im Schlußband von BREHM's »Tierleben« eingehend hingewiesen hat, als »merkwürdige Vorausnahme und Bestätigung der Umwandlungstheorie«. Ferner freut es mich, einen noch

[1] Königsb. Naturwissensch. Unterhaltungen, N. F. 1.

lebenden Forscher nennen zu können, Weinland[1], welcher gleichfalls schon vor Darwin's Werk der Entwickelungslehre entschieden zugethan war, besonders fußend auf seine Untersuchungen über amerikanische Schildkrötenarten. —

Leop. von Buch's bereits 1825 klar und schlicht ausgesprochene Annahme der Ausbildung der Spezies aus Varietäten hat M. Wagner im vor. Jahrgang dieser Zeitschrift, Heft 9, näher dargelegt. Hierzu verdient bemerkt zu werden, daß ein französischer vordarwinscher Anhänger des Transformismus, Aug. Laugel, in einem Art. »Découvertes de la Paléontologie«, Rev. d. deux mondes, 1. Mai 1856, schrieb:

„Es ist der berühmte v. Buch, welcher zuerst versuchte, die zoologische Klassifikation der Wesen in deutliche Parallele mit ihrer chronologischen Entwickelung zu bringen: diese fruchtbare Idee findet sich im Keime in seinen Arbeiten über die Ammoniten und die Brachiopoden. Agassiz hat sich derselben seitdem bemächtigt, und seine schönen Arbeiten über die Echinodermen und die Fische sind die Entwickelung dieser großartigen Auffassung."

Laugel citiert dann einen Brief von Agassiz an E. de Beaumont (Datum?):

„Es ist eine Thatsache, welche ich jetzt in der größten Allgemeinheit aussprechen kann, daß die Embryonen und die Jungen aller lebenden Tiere . . . das lebendige Miniaturbild der fossilen Vertreter derselben Familien sind, oder mit anderen Worten, daß die Fossilien der früheren Epochen die Prototypen der verschiedenen Entwickelungsweisen der lebenden Tiere in ihren embryologischen Phasen sind." —

Dieser dreifache Parallelismus zwischen Embryonalentwickelung, Stufenreihe der systematischen Klassifikation und geologischer Succession — in embryologischer Hinsicht wohl schon auf v. Baer zurückzuführen — war auch in Deutschland in den 40er Jahren wohlbekannt. C. Vogt hat in seiner »Naturgesch. der lebenden und untergegangenen Tiere«, 1851, demselben klaren Ausdruck gegeben:

„Die Erkenntnis dieser dreifachen Richtung in der Ausbildung der Tierorganismen, nämlich der historischen Entfaltung durch die verschiedenen Geschichtsperioden der Erde hindurch, der Flächenausbildung durch die mannigfaltigen Formen ausgebildeter Tiere, welche jetzt den Erdball bevölkern, und der genetischen Entwickelung in der Ausbildung der Embryonen, die Verfolgung dieser dreifachen Richtung bis in ihre letzte Einzelheit ist es, welche der heutigen Wissenschaft die zu lösende Aufgabe stellt." —

Ebenso wie Agassiz hielt jedoch auch Vogt damals an der Unveränderlichkeit der Spezies fest, und hierdurch war die der Entwickelungstheorie entsprechende Nutzanwendung jener in der nachdarwin'schen Periode zum »biogenetischen Grundgesetz« ausgereiften und so bedeutungsvoll gewordenen Verhältnisse ausgeschlossen. Diese Konsequenz gezogen zu haben, gehört zu den Verdiensten des später zu besprechenden englischen Werkes »Vestiges of the nat. hist. of creation«. Vogt hatte dasselbe schon 1848 ins Deutsche übersetzt, war aber, wie seine Anmerkungen zeigen, davon nicht zum Transformismus bekehrt worden.

[1] „Der zoologische Garten", I, p. 39, II, p. 85. Frankfurt a. M., 1860/61. W. bemerkt hier, es habe auch „Quenstedt lange vor Darwin wiederholt in des letzteren Sinn sich ausgesprochen".

Auch der hervorragende Paläontologe BRONN, welcher DARWIN's Hauptwerk übersetzte, hat noch in seinen von der Pariser Akademie 1857 preisgekrönten »Untersuchungen üb. d. Entwickelungsgesetze der organ. Welt«, hauptsächlich gestützt auf das Fehlen fossiler Zwischenformen, »eine Umgestaltung alter Arten und Sippen in neue« nicht anerkannt: »sondern die neuen sind überall neu entstanden, ohne Zuthun der vorigen.« Dennoch statuiert BRONN als wesentliche Ergebnisse ein in der geologischen Succession hervortretendes Gesetz des Fortschrittes zu höheren Typen und ein weiteres Gesetz der Adaptation an die äußeren Bedingungen, ganz wie es schon von LAMARCK im transformistischen Sinne angenommen worden war. BRONN rekurriert dagegen auf eine einstweilen nicht weiter erklärbare »Schöpfungskraft, welcher Art sie nun sein möge«. In seinem Schlußwort zur Übersetzung des »origin of species« meint BRONN:

„Die bisherigen Versuche, jenes Problem ganz oder teilweise zu lösen, waren Einfälle ohne alle Begründung, und nicht fähig, eine Prüfung nach dem heutigen Stande der Wissenschaft auszuhalten, ja nur zu veranlassen", —

womit er sicherlich weit über das Ziel hinausgeschossen hat. —

Es dürfte von Interesse sein, noch eines sehr entschiedenen Gegners unter den deutschen Zoologen zu gedenken: C. G. GIEBEL in Halle († 1881), dessen Polemik bereits in der vordarwin'schen Zeit begann und auch später fortdauerte. Als Anhänger CUVIER's sich bekennend, unterzieht GIEBEL in seinem Buche »Tagesfragen aus der Naturgeschichte«, 1857, die Speziesdefinitionen einer Reihe anderer Zoologen (u. a. auch die Begründung auf vermeintliche Unfruchtbarkeit der Bastarde) sehr derber Kritik und sagt dann (p. 42):

„Diese Andeutungen . . . beweisen, wie schwierig es ist, eine passende Antwort auf die Frage zu geben, was die Zoologen unter Art, Spezies verstehen. Die Richtungen der Systematik, die Ansichten über den Artbegriff, die Methoden, Arten zu bestimmen, laufen so schnurstracks auseinander und ihre Vertreter stehen einander so feindselig gegenüber, daß jede Vereinigung unmöglich ist . . ."

Unser Autor läßt sich jedoch hierdurch nicht wankend machen, sondern fährt alsbald fort (p. 43):

„Daß wir die Arten und Gattungen als von der Natur geschaffene betrachten, haben wir bereits nachdrücklich hervorgehoben . . . . Die Natur schafft jede Art nach einem bestimmten Typus in der Weise, wie der Baumeister eine Kirche oder einen Palast nach einem bestimmten Plane aufführt . . . . Die Typen sind also die unwandelbaren, festen Begriffe, welche von dem Systematiker nicht gemacht, sondern von ihm nur erkannt werden und zwar nicht an jedem beliebigen Merkmale, sondern an den ihr Wesen bestimmenden Eigentümlichkeiten . . . . Zu einer Art im zoologischen Sinne gehören nämlich alle Exemplare, welche in den wesentlichen Merkmalen vollkommen übereinstimmen. Die wesentlichen Merkmale zu erkennen ist Gegenstand der zoologischen Untersuchung . . . ." Und p. 237: „Spezifisch oder gar generisch verschiedene Gestalten auf dem Wege der natürlichen Zeugung auseinander entstehen zu lassen, verrät die gröbste Unkenntnis der Bildungsgesetze des organischen Lebens." —

Da es noch immer Leute gibt, denen solche Ansichten als »streng wissenschaftlich« gegenüber der Entwickelungs-»hypothese« wohlgefallen, so dürfte es angemessen sein, auch einige andere für GIEBEL's Standpunkt sehr charakteristische Äußerungen zu citieren (l. c. p. 200 ff.):

„. . . Ich behaupte, daß Pflanzen und Tiere elternlos aus der Materie entstehen, sobald nämlich alle Bedingungen einer solchen Entwickelung des Lebens

günstig sind. Die Einwirkung unsichtbarer Keime ist weder erweislich, noch deren Annahme dem heutigen Stande der Naturforschung würdig. Sie ist eine Thorheit.

Zum Beweise der Urzeugung bedarf es indes gar nicht des mikroskopisch Kleinen, auch in der sichtbaren Welt sprechen Thatsachen für deren Fortwirkung. Das Erscheinen von Salzpflanzen und Salzinsekten an neuen Orten, welche fern von allen Salzgegenden liegen und in keinem irgend nachweisbaren Verkehr mit solchen stehen, findet nur durch dieselbe seine Möglichkeit.“ . . . . „An Brandstätten, auf frisch umgebrochenem Boden ausgerodeter Wälder, am trocken gelegten Meeresufer und auf dem Grunde abgelassener Teiche schießt oft schnell eine üppige Vegetation hervor, unter welcher Arten stehen, welche weit und breit in der Umgebung nicht vorkommen, deren Samen auch eine zufällige Herbeiführung durch Winde, Vögel und andere Transportmittel nicht annehmbar erscheinen lassen . . .“ — „Auf den Alpen und Pyrenäen fand man in Seen und Bächen, welche durch auftauendes Eis und Schnee entstanden waren, Forellen und andere Fische[1]. Macartney erzählt, wie auf einer im offenen Weltmeer durch vulkanische Kräfte emporgehobenen Insel Schmerlen, Barsche und Brachsen die süßen Gewässer belebten, die weder als Eier noch als Fische Reisen über das Meer unternehmen können.“ —

„. . . Der von der Diluvialflut nur entvölkerte, aber keineswegs entseelte Erdboden belebte sich schnell und stellte das Gleichgewicht in der Schöpfung wieder her. Wenn heutigen Tages dies Gleichgewicht gestört wird, warum soll es die Natur nicht auf demselben Wege herbeiführen können? . . . . Man stellt gewöhnlich an die Verteidiger der Urzeugung die Forderung, auch in historischer Zeit neu entstandene Arten nachzuweisen. Dieser Nachweis ist leicht. Ein Blick in die zool. Jahresberichte erkennt Tausende von Arten, von deren Existenz kein Zoologe vor 50, ja vor 10 Jahren etwas wußte . . . .“

Von diesem Standpunkte aus erscheint freilich die Deszendenztheorie als die überflüssigste aller Erfindungen der Phantasie! —

Anderseits hat L. Büchner bereits in den vordarwin'schen Auflagen seines »Kraft und Stoff« die Entwickelungslehre verteidigt. Er dachte sich indessen damals noch die Entstehung der Arten mehr als eine sprungweise, wofür er besonders die s. Z. so großes Aufsehen erregende vermeintliche Erzeugung von (seitdem als Parasiten erkannten) Schnecken in Holothurien (Joh. Müller) anführt. — Im allgemeinen jedoch stand die in den 50er Jahren in Deutschland vielverbreitete materialistische Richtung jener Lehre ferne. Ausgehend von der Polemik gegen den Popanz der Lebenskraft[2], betrachtete man die belebte Welt einseitig vom Gesichtspunkte der damals in zukunftsmutigster Jugendfrische stehenden organischen Chemie und glaubte die kompliziertesten Formen der Pflanzen und Tiere soweit als überhaupt möglich erklärt durch die komplizierte Zusammensetzung der sie bildenden Stoffe. Vom historischen Moment, von der Ahnenreihe der Organismen, von der fundamentalen Wichtigkeit des Speziesproblems wurde dabei völlig abgesehen.

---

[1] Auch Schopenhauer führt „die Forellen in den Bächen fast aller Gebirge“ als Beweise der Urzeugung an! Seine in unser Thema einschlägigen Ansichten waren nebelhaft und widerspruchsvoll. Er läßt „die ersten Menschen in Asien vom Pongo und in Afrika vom Schimpanse geboren“ sein; wer sich jedoch daraufhin versucht fühlen sollte, Schopenhauer als Vorgänger Darwin's anzusehen, müßte auf die Beurteilung von Lamarck's Theorien in „Über den Willen in der Natur“ verwiesen werden.

[2] „Die Lebenskraft ist der unübersprinbar breite Graben, von dem der Wettrenner auf der Bahn mit Hindernissen fälschlich gehört hat, den er nun hinter jeder Hecke wähnt, und dadurch moralisch gelähmt wird“ (Dubois-Reymond).

„Wenn wir Licht, Wärme, Luftdruck ebenso beherrschen könnten wie die Gewichtsverhältnisse des Stoffes, dann würden wir nicht nur viel öfter als jetzt im stande sein, organische Verbindungen zu mischen, wir würden auch die Bedingungen zur Entstehung organisierter Formen erfüllen können" (MOLESCHOTT, „Der Kreislauf d. Lebens"). —

Selbst C. VOGT, der später so wackere Kämpe des Transformismus, sagte in demselben Sinne noch 1858, in Anmerkung zu seiner obenerwähnten Übersetzung der »Vestiges« etc.: rudimentäre Organe erscheinen ». . als Manifestationen der Gesetze, nach welchen die Materie eine bestimmte Gestaltung annimmt«. Und es hatten doch schon LAMARCK und GEOFFROY ST. HILAIRE die Bedeutung der rudimentären Organe klar erkannt (s. u.)! — Auch K. MÜLLER's materialistische Zeitschrift »Die Natur« ist hier zu erwähnen, welche sich in Feindschaft gegen DARWIN's Arbeiten auch später konsequent geblieben. — Entsprechend suchte man die Zweckmäßigkeit der organischen Gebilde, die speziellen Anpassungen möglichst abzuleugnen oder in ähnlicher Weise zu bespötteln, wie es VOLTAIRE 100 Jahre früher gethan, indem er die Nase fürs Tragen der Brille geschaffen sein ließ. Die Erklärung der Anpassungen durch das Selektionsprinzip ist es freilich vor allem, was DARWIN so weit über seine Vorgänger erhebt. —

Wenden wir uns nunmehr nach Frankreich. — Es ist allbekannt, daß CUVIER's Annahme vernichtender Erdrevolutionen und wiederholter Neuschöpfungen gegen die Entwickelungstheorie LAMARCK's und GEOFFROY's die Oberhand behalten hatte, auch daß die Nachwirkungen dieses langjährigen Standes der Dinge noch nicht überwunden sind[1]. Hat doch s. Z. E. DE BEAUMONT, den handgreiflichsten Beweisen gegenüber, die Kontemporaneität des Menschen mit ausgestorbenen Säugetierarten für unannehmbar erklärt, weil sie eben einem CUVIER'schen Dogma widerspricht! — Frägt man nun nach den Ursachen des Sieges jener Revolutionsgeologie über die Theorie der allmählichen Umänderungen der Lebewelt, so wird besonders auf die durch die französische Expedition nach Ägypten bekannt gewordene, einige Jahrtausende überdauernde Konstanz mehrerer als Mumien erhalten gebliebener Tierarten hingewiesen. Vergeblich suchte LAMARCK dagegen die Kürze dieser Zeit im geologischen Sinne und die entsprechende Konstanz der physikalischen Verhältnisse jenes Landes geltend zu machen. Ein noch wichtigeres Moment dürfte jedoch in dem gewissermaßen zufälligen Umstande liegen, daß die durch CUVIER erschlossene reiche fossile Säugetierfauna des Pariser Beckens — die erste, welche man überhaupt kennen lernte — der Eozänformation angehört und daher allein erloschene und gar keine noch lebenden oder solchen nahe verwandten Arten enthält. Offenbar hat dies auf die Fortentwickelung der

[1] Vgl. C. Vogt's Vorrede zur Übersetzung von Saporta, „Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen". — Seitdem hat die der Evolutionslehre und ihren Konsequenzen feindliche Tendenz der Pariser Akademie durch die Preiskrönung von Bonnier's Bestreitung der Beziehungen zwischen Blumen und Insekten (Kosmos VII, p. 219) sich in einem Grade blamiert, der kaum übertroffen werden könnte. Übrigens ist von einigen dieser alten Herren auch ihr verdienstvollster Kollege, Pasteur, lange in ganz ähnlicher Weise bekämpft und selbst geschmäht worden wie Darwin und seine Anhänger.

geologischen Ansichten, zunächst CUVIER's selbst[1], einen bedeutenden und nachteiligen Einfluß gehabt. Daher rührt es wohl, daß man aus dem kaum überwundenen alten Irrtum, die heutigen Arten als seit »Erschaffung der Welt« existierend anzusehen, sofort in den neuen der alles Leben vernichtenden Kataklysmen verfiel. Wäre der zuerst bekannt gewordene Komplex fossiler Säugetiere von pliocänem oder posttertiärem Alter gewesen, so würde die Vergesellschaftung ausgestorbener mit lebenden Arten erkannt worden und jene Katastrophentheorie kaum aufgekommen sein. —

Immerhin waren die Lehren eines LAMARCK und GEOFFROY ST. HILAIRE auch im eigenen Lande nicht einflußlos geblieben. Es verdient der Vergessenheit entzogen zu werden, daß bei Enthüllung eines Denkmales für letzteren im Jahre 1857 der Akademiker SERRES sagte[2]:

„. . . Dieses sublime Talent . . . ließ ihn alle die Willkürlichkeiten erkennen, welche in den Klassifikationen enthalten sind, die sich auf die Unveränderlichkeit der Spezies gründen, deren Variabilität uns die Natur doch bei jedem Schritte zeigt.“

Und GEOFFROY ST. HILAIRE's Arbeiten über den Schädel der Knochenfische vindiziert SERRES die Begründung der

„parallelen Konkordanz der Embryogenie und der Zoogenie, welche uns später zeigen wird, wie der Mensch, um sich an die Spitze der Schöpfung zu stellen, in seiner Entwickelung vorübergehend die permanenten Formen der Hauptgruppen des Tierreichs durchläuft“. —

Auch hier also schon die Basis des »biogenetischen Grundgesetzes«! — Von dem belgischen Geologen OMALIUS D'HALLOY berichtet LYELL[3], daß derselbe

„. . . in seinen „Elementen der Geologie“, welche er 1831 veröffentlichte, und in sechs folgenden Auflagen lehrte, daß die jetzt lebenden Tierspezies die Abkömmlinge von Vorfahren sind, welche ihre fossilen Reste in den jüngeren Tertiärformationen hinterlassen haben. Ich fragte ihn im Jahre 1867, als er in seinem 84. Jahre stand, durch welche Thatsachen und Erwägungen er zu dieser Ansicht geführt worden sei, und er sagte mir, daß er seine betreffenden Überzeugungen den Vorlesungen von GEOFFROY ST. HILAIRE verdanke, welche er zu Anfang des Jahrhunderts in Paris gehört habe. Dieser große Zoologe habe keine Gelegenheit versäumt, wenn er von den rudimentären Organen so vieler Tiere sprach, auf deren Bedeutung für die Transmutationstheorie hinzudeuten. Nach seiner Ansicht waren dieselben offenbar Überreste von Teilen, welche irgend einem entfernten Vorfahren nützlich gewesen und durch Nichtgebrauch in Größe reduziert waren, und er verwarf als kindisch die Ansicht, daß nutzlose Organe um der Gleichförmigkeit des Planes willen geschaffen seien.“ —

Der transformistischen Ansichten der Botaniker LE COQ und NAUDIN

[1] Indessen darf hierbei vielleicht auch an ein psychologisches Moment, etwa, nicht nur scherzweise, an einen Zusammenhang mit dem revolutionären Zeitgeiste zu Anfang des Jahrhunderts gedacht werden, der von allmählicher historischer Entwickelung nichts wissen wollte. Cuvier scheint auch die Geschichte der Wissenschaft entsprechend angesehen zu haben. So heißt es in seiner „Hist. d. sciences naturelles“: „Avant Aristote, la philosophie, entièrement spéculative, se perdait dans les abstractions dépourvues de fondement; la science n'existait pas. Il semble qu'elle soit sortie toute faite du cerveau d'Aristote comme Minerve, toute armée, du cerveau de Jupiter. Seul, en effet, sans antécédents, sans rien emprunter aux siècles qui l'avaient précédé, puisqu'ils n'avaient rien produit de solide, le disciple de Platon découvrit et démontra plus de verités, exécuta plus de travaux scientifiques en une vie de 62 ans, qu'après lui 20 siècles n'en ont pu faire“ etc. —

[2] Comptes rendus etc. 1857. II.

[3] Principles of Geology, Ch. XXXV. — Omalius d'Halloy † 1875, 92 Jahre alt.

ist in der »Histor. Skizze« zur »Entstehung der Arten« gedacht. Deutlicher als an dort citierter Stelle hat NAUDIN sich in einer, Comptes rendus etc. 1858 I, p. 340 veröffentlichten Arbeit über »Spezies und Varietät« ausgesprochen. Er unterscheidet beide allein nach der Möglichkeit der Hybridisation und der Fruchtbarkeit der Bastarde, gelangt dadurch aber zur Annahme von Graden der spezifischen Trennung (spéciéité), deren schwächster »auf der unsicheren Grenze, welche die eigentliche Spezies von der Varietät trennt«, steht, und somit gibt es »eine unmerkliche Abstufung von der Beschaffenheit absoluter Spezies bis zu jener nur vergänglicher Varietäten«. Und weiter:

„Die heute unbestreitbare Thatsache der Teilung der Spezies in persistente Varietäten, welche selbst wieder in sekundäre Varietäten gespalten sind, die sich zu jenen verhalten wie die Spezies zum Genus, eröffnet dem Geiste neue Ansichten. Man frägt sich natürlicherweise, woher die Analogien rühren, nach welchen verschiedene Spezies in Gattungen und Familien vereinigt sind. Zweifellos gibt es eine Ursache und zwar, wie für alle materiellen Erscheinungen, eine unmittelbar materielle Ursache. Welche Theorie man sich auch hierüber bilden mag, so kann ich doch meinerseits hierin nur eine Thatsache derselben Art sehen, wie jene der Spaltung der Spezies in Rassen und Varietäten, und ich schließe daher, daß alle Analogien, alles Gemeinsame zwischen Spezies derselben natürlichen Gruppe aus einer gemeinsamen Quelle stammen. Dies besagt, daß die Spezies eines Genus oder einer Familie ebenso viele abgeleitete Formen sind, deren ursprünglicher Typus sich im Laufe der Zeitalter successive gespalten hat .... Diese Auffassung der Beziehungen der Spezies schließt jede Idee einer Reihe (série) aus, aber sie wäre exakt dargestellt durch einen wahrhaften Stammbaum (un arbre véritablement généalogique), dessen Teilung in Äste und Zweige das Bild der successiven Evolutionen des Pflanzenreiches wäre, deren letzte Resultate die gegenwärtigen Spezies und ihre Varietäten sind."

Auch hieraus ist ersichtlich, daß DARWIN's Buch keineswegs wie ein Blitz aus heiterem Himmel in die im Immutabilitätsglauben ruhende wissenschaftliche Welt gekommen ist, und im gleichen Sinne müssen wir noch besonders einen berühmten Botaniker, zwar nicht französischer Nationalität, doch französischer Sprache, hervorheben: ALPHONSE DE CANDOLLE. Seine 1855 erschienene zweibändige »Géographie botanique raisonnée« steht an der Grenzscheide zweier Perioden dieser Wissenschaft, deren ältere die Verbreitung der Pflanzen nur in Hinsicht auf die Naturverhältnisse der Gegenwart betrachtete, wogegen die neuere auch die geologische Vergangenheit zur Erklärung heranzieht[1].

„Indem sie dies hohe Ziel verfolgt", heißt es in der Vorrede, „wirkt die Pflanzengeographie zusammen mit Geologie und Paläontologie in Erforschung eines der größten Probleme der Naturwissenschaften, ja der Wissenschaften und aller Philosophie überhaupt. Dieses Problem ist das der Aufeinanderfolge der organischen Wesen auf der Erde. — In welcher Weise entwickelten sich die organischen Wesen im Laufe der Zeitalter? .. Geschieht es durch eine materielle Verknüpfung der aufeinanderfolgenden Wesen oder durch Erschaffung neuer Formen, unabhängig von den vorhergegangenen? Und zuerst, wie sind sich die Formen gefolgt, d. h. wie war die Geschichte der beiden Reiche bis zur gegenwärtigen Periode? Dies ist es, was man mit Recht die große Frage der Naturgeschichte des 19. Jahrhunderts nennen soll."

Wir können hier nicht auf dies sehr reichhaltige Werk näher eingehen, obgleich dessen letzte Abschnitte vieles für die Geschichte der

[1] Vgl. „Über die allgemeineren Gesichtspunkte der Pflanzengeographie" in „Bericht über die Senckenbergische naturf. Ges.", Frankfurt a. M. 1871/72.

Entwickelungslehre Interessante enthalten. De Candolle konnte sich von der Annahme selbständig erschaffener Arten noch nicht völlig losreißen, scheint jedoch wiederholt dazu auf dem Sprunge zu stehen, und man gewinnt bereits den Eindruck einer zunehmenden Befreundung des ausgezeichneten Systematikers mit den transformistischen Grundsätzen, zu deren kompetentesten Vertretern er gleich seinen englischen Fachgenossen Bentham und Hooker auch alsbald nach dem Auftreten Darwin's zu zählen war[1]. Die nähere Geschichte der Umwandlung seiner Ansichten hat De Candolle selbst klargelegt in seinem vortrefflichen Buche »Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles etc.« (vgl. Kosmos, März d. J., S. 234).

Zur Geschichte der Entwickelungslehre im Vaterlande Darwin's gibt dessen eigene »Histor. Skizze des Fortschrittes der Ansichten über die Entstehung der Arten« einige Auskunft. Besonders merkwürdig bleibt es, daß das Selektionsprinzip bereits 1813 von Wells, ferner 1831 von Matthew und dann gleichzeitig mit Darwin's Veröffentlichung der schon lange gehegten und ausgearbeiteten Theorie auch von Wallace klar erkannt worden ist; — somit ein schönes Beispiel multipler Centra der Ideenbildung! Zu den ebenda erwähnten, seit 1822 datierenden transformistischen Ansichten des Botanikers Dekan Herbert, welcher in der Hybridisation das Hauptagens der Speziesumänderung sah, ist eine von Lyell citierte Stelle beachtenswert. Herbert erklärt nämlich die Seltenheit hybrider Pflanzen im Naturzustande daher, daß solche Verbindungen, soweit sie möglich waren, schon vor langen Zeiten stattgefunden hatten und nun als Spezies angesehen werden; in unseren Gärten dagegen entstehen fortwährend hybride Arten, wenn nahe verwandte, aus verschiedenen Ländern eingeführte Pflanzen daselbst zum erstenmale in Berührung gebracht werden. — Bekanntlich wird neuerdings auf die Hybridisation als artenbildendes Agens wieder mehrseitig größerer Wert gelegt[2], wobei besonders auch die durch Wanderungen im Laufe geologischer Wechselfälle bewirkte neue Vergesellschaftung der Arten zu bedenken ist. —

Einem näheren Eingehen auf die vordarwin'schen Fortschritte der Entwickelungslehre in England bieten sich vor allem die Werke des großen Reformators der Geologie, Lyell, und sodann das merkwürdige Buch »Vestiges of the natural History of Creation«[3], welches wir schon oben S. 405 erwähnten. Dasselbe erschien 1844 anonym, und weiter in rasch folgenden Auflagen, 1853 schon die 10., neuerlich, 1884, die 12., welche den unterdessen verstorbenen Verfasser endlich nennt. Es war Robert Chambers, Teilhaber einer Londoner Verlagshandlung[4].

[1] Vgl. „Entstehung der Arten", Kap. II.

[2] Vgl. Semper „Die natürl. Existenzbedingungen der Tiere", Kap. XI; ebenso W. O. Focke in Engler's Bot. Jahrb. V. 1 (s. Kosmos 1884 I. S. 144).

[3] Vestiges wörtlich etwa = Fußspuren; in Vogt's Übersetzung: „Natürl. Geschichte der Schöpfung des Weltalls, der Erde und der auf ihr befindlichen Organismen etc."

[4] Vgl. Nature, 22. Mai 1884. — Die Gründe der langjährigen Anonymität erscheinen ziemlich philiströser Art; die Autorschaft war übrigens kein Geheimnis mehr; sogar findet sich schon in einem Briefe Lyell's von 1847 die Bemerkung, daß bei der brit. Naturf.-Versammlung zu Oxford „Robert Chambers (author of the „Vestiges")" einen Aufsatz las.

Das Buch war einflußreich in England[1] und im Auslande. Daß es keineswegs auch nur entfernt eine Vergleichung mit dem 15 Jahre später erschienenen Werke Darwin's aushalten kann, weder im Reichtum an Thatsachen, noch in deren kritischer Beurteilung und Deutung, daß auch der theologisierende Grundton nicht nach jedermanns Sinne ist, berechtigt nicht, seine Verdienste zu unterschätzen oder zu vergessen. Dieselben sind, nebst der Kehrseite, in klassischer Weise von Lyell zusammengefaßt worden; wir geben die betr. Stelle wieder, da das große Werk[2], dem sie entnommen, in den späteren Auflagen leider nicht ins Deutsche übertragen worden ist:

„Der anonyme Verf. bot dem Publikum mit großer Klarheit und Geschicklichkeit die seit Lamarck's Zeit in Geologie und verwandten Wissenschaften ans Licht geförderten Thatsachen zu Gunsten der Umwandlung der Spezies und deren fortschreitender Entwickelung. Er benutzte die Verallgemeinerungen der Paläontologen über die in den fossilen Faunen und Floren successiver Epochen der Vergangenheit beobachteten Veränderungen, indem er zeigte, daß die Verwandtschaft der Strukturen am größten ist bei jenen Wesen, welche sich nach der chronologischen Folge der Schichten am nächsten stehen, und daß mit dem Wechsel der belebten Welt von einer Periode zur anderen eine allmähliche Annäherung an den gegenwärtig durch die lebende Schöpfung dargestellten Stand der Dinge stattgefunden hatte.

Die embryologischen Untersuchungen von Tiedemann u. a. wurden herangezogen als in Übereinstimmung mit der Transmutationslehre, indem die verschiedenen Entwickelungsphasen, welche ein Säugetier im Fötalleben durchläuft, successive Ähnlichkeit mit Fisch, Reptil, Vogel bieten und zuletzt die charakteristischen Merkmale der höchsten Wirbeltierklasse annehmen sollten. Es wurde auch angedeutet, daß diese Umwandlungen vergleichbar seien den in gleicher Aufeinanderfolge stattgehabten schöpferischen Bereicherungen der Lebewelt vergangener Zeitalter, wie sie uns durch die fossilen Reste enthüllt werden. Die Argumente, welche Lamarck und andere den rudimentären Organen zu Gunsten ihrer Ansichten entnommen hatten, wurden wiederholt und deren Wert emphatisch betont. Die Einheit des Planes der gesamten fossilen und lebenden organischen Schöpfung und die gegenseitigen Affinitäten aller verschiedenen Klassen des Pflanzen- und Tierreiches wurden in Übereinstimmung mit der Idee erklärt, daß neue Formen aus den älteren entstanden und daß die Spezies durch den Einfluß äußerer Bedingungen allmählich modifiziert worden seien.

Lamarck hatte seine Hypothese ergänzt, indem er die Meinungen des Aristoteles über spontane Erzeugung ohne wesentliche Änderung annahm . . . . In seinem Eifer, die fehlenden Nachweise zur Bestätigung des wirklichen Stattfindens dieser Naturvorgänge zu liefern, verriet der Verf. der Vestiges einen außerordentlichen Mangel an philosophischer Vorsicht. Er citierte Experimente, welche als beweisend angesehen wurden, daß die Einwirkung einer Volta'schen Säule auf eine Kalilösung die Entstehung einer neuen Insektenspezies[3] bewirken könne . . . . Mißtrauen gegen die Zuverlässigkeit des Urteils des Verf. wurde auch durch den Verdacht erregt, daß er mit dem Studium gar keines Gebietes der Naturwissenschaften praktisch vertraut sei. Obendrein wurde jeder schwache Punkt dieses Werkes mit schonungsloser Strenge bloßgestellt durch Kritiker, welche über die Popularität gereizt waren, die demselben zu teil geworden trotz seiner Annahme der Lamarck'schen Lehre, daß der Mensch nicht nur das letzte Glied einer langen

---

[1] „Nach meiner Meinung hat es in diesem Lande vortreffliche Dienste gethan, indem es die Aufmerksamkeit auf den Gegenstand lenkte, Vorurteile beseitigte und so den Boden für die Aufnahme ähnlicher Ansichten vorbereitete." Darwin, „Histor. Skizze".

[2] Principles of Geology, ed. X v. II p. 274.

[3] resp. Milbenspezies. Auch Giebel (l. c. S. 406) ist mit diesem *Acarus Crossii* in naivster Weise hereingefallen.

Reihe fortschreitender Entwickelungen, sondern auch durch Abstammung mit den Tieren verknüpft sei.“ —

Wie geistreich der neue Junius seine Grundanschauungen zu vertreten wußte, mögen noch folgende Auszüge zeigen:

„. . . Der ganze Fall erinnert uns sehr an den Einwurf, der sich seit Aristarch's Tagen der Bewegung der Erde entgegenstemmte — nämlich daß in diesem Falle eine bemerkbare Parallaxe vorhanden sein müsse. Wie aber keine bemerkbare Parallaxe vorhanden war, weil die Bahn der Erde im Vergleich zur Entfernung der Sterne einen unmerklich kleinen Raum beschreibt, so ist auch unsere Beobachtung der tierischen Wandlungen unzureichend, um uns die Speziesübergänge auf den höheren Stufen der organischen Reiche zu zeigen, weil dieselbe eine bloße Spanne ist im Vergleiche zu der unabsehbaren bei dieser Erscheinung in Betracht kommenden Zeit.“

„. . . Strenge Beweise sind freilich nicht gewonnen worden, aber die Sache wird so deutlich und augenscheinlich erklärt, wie dies überhaupt vorderhand nur möglich ist. Die Erklärung kommt uns von verschiedenen Seiten zu, die alle vollkommen übereinstimmen; sie harmoniert mit allem, was uns die Wissenschaft sonst von der Geschichte der Welt berichtet, sie pflanzt an die Stelle einer niederen eine erhabene Idee von der Gottheit und es steht ihr nichts entgegen als die Vorurteile, die sich während der Minderjährigkeit unserer Rasse gebildet hatten. Aus diesen Gründen muß ich, bis Gegenbeweise beigebracht werden, die fortschreitende Entwickelung als die wahre Erklärung des Ursprungs der organischen Natur betrachten . . . .“

„Aber ist die Idee, daß die Tiere bei Entstehung des Menschen beteiligt waren, nicht erniedrigend? . . . Würden wir jetzt zuerst mit den Umständen bekannt, welche die Entstehung jedes einzelnen Individuums unserer Rasse begleiten, wir würden sie ebenfalls für erniedrigend halten. . . . Eine Quelle der hier zu bekämpfenden Vorurteile liegt in dem Begriffe, den wir mit dem Worte Vorfahren verbinden. . . . Unser Irrtum liegt hier aber darin, daß wir die Vorstellung, die wir von den Eigenschaften eines Vaters oder Großvaters haben, auf die ganze Ahnenreihe übertragen. . . . Das Gefühl, das wir den früheren Generationen schulden, ist das halb mitleidige Wohlwollen, mit dem wir täglich auf die Kinderwelt herabblicken. Es folgt daraus, daß die noch früheren, der Vollendung des menschlichen Typus vorausgehenden Generationen mit demselben Gefühle, aber in noch ausgedehnterem Maße, angesehen werden müssen. . . .“

Solchem Gedankenschwunge gegenüber dürfte die unkritische Leichtgläubigkeit, mit welcher der Verfasser manche seinen Meinungen günstige Angaben reproduzierte, verziehen werden, zumal heutzutage, da uns der Pfad, den er wandelte, als im großen und ganzen, trotz der Seitensprünge, dem richtigen Ziele zugewendet erscheinen muß. —

Gehen wir nun von Betrachtung der »Vestiges« zu jener der früheren Auflagen von Lyell's »Principles of Geology« über, so finden wir das Artenproblem selbst zwar theoretisch schwach behandelt; aber wie es in der Geschichte der Wissenschaft öfters in entsprechender Weise vorkommt: während Lyell noch die transformistischen Ideen abwies, trug er durch seine das gesamte Gebiet der Geologie umfassenden Forschungen und Schlüsse schon mächtig dazu bei, dem Fortschreiten jener Lehren die Wege zu bahnen.

Charles Lyell, geb. 1797, gest. 1875, darf der geistige Ahnherr Darwin's genannt werden. Seine sich über mehr als ein halbes Jahrhundert erstreckende Thätigkeit als Reisender und Beobachter in vielen Gegenden Europas und Nordamerikas, wie als fruchtbarer Autor, bezeichnet eine der Hauptepochen in der Geschichte der Geologie. L. hat den Grundsatz durchgeführt, daß die thatsächlich beobachteten, in der

Gegenwart wirkenden Ursachen der Veränderungen auf der Erde auch zur Deutung aller früheren erdgeschichtlichen Ereignisse dienen müssen. Er verwarf die Annahme allgemeiner vernichtender Katastrophen und zeigte, daß die Erscheinungen, welche man durch solche zu erklären suchte, sich weit einfacher und lückenloser durch die Vervielfältigung der Wirksamkeit bekannter Naturkräfte im Laufe unermeßlicher Zeiträume der geologischen Vergangenheit verstehen lassen. L.'s Hauptwerk ist in elf Auflagen erschienen, von 1830 bis 1872; in Deutschland ist er besonders durch das von L. Büchner übersetzte, zuerst 1863, in 4. Aufl. 1873 erschienene Buch »Über das Alter des Menschengeschlechtes etc.« in weiteren Kreisen bekannt geworden. Die Fülle belehrenden Inhalts ist bei Lyell stets vereinigt mit seltener Vollendung in Klarheit und Adel der Darstellung. Treffend sagt Wallace von ihm: »Vielleicht kein anderer Autor hat in solch vollkommener Weise verstanden, die Wissenschaft populär zu machen, ohne sie jemals herabzusetzen; er hat eine Reihe von Werken geschaffen, welche dem erfahrenen Geologen und dem Leser von allgemeiner Bildung gleich willkommen sind.«

Darwin's erstes Werk, die Schilderung seiner Reise um die Erde (1832—36), ist Lyell gewidmet[1], und der Verfasser drückte damit seinen Dank aus für die durch L.'s »Prinzipien der Geologie« gewonnene und, wie er sagt, zur Grundlage seiner eigenen Forscherthätigkeit gewordene Belehrung. Dies Verhältnis des Schülers zum Lehrer erfuhr später eine für beide gleich ehrenvolle Umkehrung: die späteren Auflagen und neuen Werke L.'s enthalten die klarste Darlegung und Verteidigung der Darwin'schen Artenentstehungstheorie.

Lyell hatte dabei nicht viel von dem zu widerrufen, was er früher geschrieben. Das Aussterben der Arten war bereits in den ersten Auflagen der »Prinzipien«[2] dem im gewöhnlichen Naturlaufe stattfindenden Wechsel der geographischen und klimatischen Verhältnisse sowie dem Kampf ums Dasein[3] zugeschrieben worden, dessen vielfache Komplikationen und Wechselbeziehungen schon vorher der ältere De Candolle (Aug. Pyramus) völlig klar erkannt und vortrefflich geschildert

---

[1] Beide Männer scheinen schon früher persönlich befreundet gewesen zu sein. Im Dezember 1835 schrieb L. an Sedgwick: „... Wie sehne ich mich nach Darwin's Rückkehr! Ich hoffe, Sie beabsichtigen nicht, ihn zu Cambridge in Beschlag zu nehmen.“ Und an D. selbst, Dezember 1836, kurz nach dessen Rückkunft, eine humoristische Warnung, „die Ehre oder Strafe amtlicher Würden“ zu meiden. „Arbeiten Sie wenigstens, gleich mir, viele Jahre lang ausschließlich für Sie selbst und für die Wissenschaft.“ (Life, letters and journals of Sir Ch. Lyell; London, 1881. Auch über den späteren Freundschaftsverkehr zwischen Lyell, Darwin, Hooker u. a. enthalten diese zwei Bände vieles Interessante.)

[2] Welche auch die geographische Verbreitung der Organismen schon vortrefflich behandelten.

[3] Ganz darwinisch klingt eine Schilderung der supponierten Folgen der ersten Landung von Eisbären auf Island, mit dem Schlusse: „So könnten die numerischen Verhältnisse vieler Arten der Bewohner von Land und Meer auf die Dauer verändert werden durch die Niederlassung einer einzigen für das Gebiet neuen Spezies, und die indirekten dadurch verursachten Veränderungen würden sich durch alle Klassen der lebenden Schöpfung verzweigen und fast endlos sein.“ (Pr. of Geol. ed. 1834.)

hatte. Daß aber jene Wechselfälle, wie Lamarck meinte, auch zu Umwandlungen der Spezies führen könnten, wurde von Lyell nicht zugegeben, sondern das Wie der Speziesentstehung in auffälliger Weise umgangen, obgleich er hervorhebt, daß auch neue Spezies im gewöhnlichen Naturlaufe und nicht etwa in besonderen Schöpfungsepochen entstehend anzunehmen seien.

Die Erklärung jener sonderbaren Halbheit der Ansichten scheint uns, nach dem Einblicke, welchen Lyell's Briefe in seine Denkweise gewähren, dahin gehen zu müssen, daß er lange Zeit mehr durch Gefühls- als durch Urteilsgründe von den transformistischen Ideen ferngehalten wurde[1]: es widerstrebte ihm, die genetische Verknüpfung des Menschen mit der Tierwelt anzunehmen. Im Laufe der Jahre aber wichen diese Bedenken mehr und mehr der unwiderstehlichen Macht der sich häufenden wissenschaftlichen Beweise und der Einsicht in die Aufklärung, welche durch die neuen Lehren über alle biologischen Wissensgebiete verbreitet wurde. Jenes psychologische Moment macht es verständlich, daß Lyell oft an der Schwelle der Derivativtheorie wieder zurückwich; aber eben dieser lange Kampf gab seiner endlichen Entscheidung zu Gunsten Darwin's den Wert eines sorgfältig erwogenen Richterspruches[2].

»Das Gefühl ist eben kein Argument, es ist höchstens ein heuristisches Prinzip und, gegenüber scharfen logischen Konsequenzen, vielleicht eine Andeutung von weiteren Lösungen, die ein- für allemal hinter diesen Konsequenzen, nie vor ihnen liegen.« Dieser treffliche Satz F. A. Lange's[3] hat sich hier bewährt: Lyell wußte seinen Gefühlsstandpunkt zu wahren und mit der neuen Lehre zu verbinden, die keinen wärmeren und wirksameren Verteidiger finden konnte als diesen ehemaligen Gegner. Für ihn waltet ein Gesetz fortschreitender Entwickelung — unbeschadet vereinzelter Rückschritte und Degenerationen —

[1] Daß diese Zurückhaltung nichts mit Buchstabenglauben zu thun hatte, ist völlig gewiß: die Versuche, der Geologie mit der jüdischen Schöpfungsgeschichte entgegenzutreten, hat L. stets entschieden abgewiesen. Dem strenggläubigen amerikanischen Geologen Dawson schrieb L. im Mai 1860: „. . . Sie wissen, daß ich zu denen gehöre, welche an der Möglichkeit verzweifeln, die neueren Thatsachen der Geologie und vieler anderer Wissenschaften mit den alten Kosmogonien zu versöhnen, welche uns von den unbekannten Verfassern der ersten Kapitel der Genesis überkommen sind."

[2] Noch im März 1863 schrieb L. an Darwin: „. . . . Nachdem ich ein ganzes Kapitel hindurch für die Abstammung des Menschen von den Tieren argumentiert habe, erleide ich einen Rückfall in meine alten Ansichten, wenn ich einige Seiten der „Prinzipien" wieder lese oder intermediäre Typen ersehne. . . . Meine Gefühle, mehr als irgend welche Klugheits- oder Zweckmäßigkeitsrücksichten, verhindern mich, über die Abstammung des Menschen von den Tieren dogmatisch zu reden: obgleich ich bereit bin, sie anzunehmen, benimmt sie meinen bezüglichen Spekulationen über die Vergangenheit vieles von ihrem Reize. . . ."

„Was Lamarck betrifft, . . . erinnere ich mich, daß es seine Schlußfolgerung über den Menschen war, welche mich vor 30 Jahren gegen den großen Eindruck festigte, den seine Argumente zuerst auf meinen Geist gemacht hatten. . . . Als ich zum Schlusse kam, daß am Ende doch gezeigt werden möchte, daß Lamarck Recht hätte, las ich sein Buch wieder, und eingedenk, wann es geschrieben war, fühlte ich, daß ich ihm Unrecht gethan hatte."

[3] Gesch. d. Materialismus. 3. Aufl. I. p. 107.

über den durch Variation und Selektion hervorgebrachten Veränderungen. Nachdem er durch eine Reihe von Kapiteln der Neubearbeitung der »Prinzipien etc.« zuerst LAMARCK in sein Recht eingesetzt, dann die Lehren DARWIN's unter voller Zustimmung aufs klarste beleuchtet[1], sagt L. gegen das Ende seiner Betrachtungen:

„. . . In Wirklichkeit kann nicht gesagt werden, daß wir irgend eine Einsicht in die Natur der Kräfte erlangen, durch welche eine höhere Stufe der Organisation oder des Instinktes aus einer niedrigeren entwickelt wird, wenn wir mit den während der Umwandelung durchlaufenen Abstufungen bekannt werden. . . . Wenn eine Veränderung von einem niedriger stehenden Wesen zu einem von höherer Stufe, . . . zu einem mit neuen und höheren Attributen begabten Organismus stattfindet, so fühlen wir, daß, um die Schwierigkeit zu erklären, wir einige Kenntnis jener Gesetze der Variation erlangen müßten, über welche wir, wie DARWIN zugibt, uns gegenwärtig in tiefer Unwissenheit befinden[2].“

„. . . War LAMARCK im Rechte, die progressive Entwickelung als wahr angenommen, vorauszusetzen, daß die Veränderungen der organischen Welt durch die allmählichen und unmerklichen Modifikationen älterer, präexistierender Formen vor sich gegangen sind? Ohne dies absolut zu beweisen, hat DARWIN es im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht, durch Hinweisung auf viele und unabhängige Klassen von Erscheinungen in Naturgeschichte und Geologie, aber hauptsächlich indem er die Art und Weise zeigte, wie eine Menge neuer und miteinander wettstreitender Varietäten immer zum Überleben im Kampf ums Dasein gelangen. Dem Sinne seines Gedankenganges wird nicht widersprochen durch die Behauptung, daß die Ursachen oder Vorgänge, welche die Verbesserung oder Differenzierung von Organen und den allgemeinen Fortschritt der organischen Welt vom Einfacheren zum Komplizierteren zu Wege bringen, für uns so unerforschlich bleiben wie jemals.“

„. . . Man sieht deutlich eine so nahe Verwandtschaft, eine solche Identität in allen wesentlichen Punkten in unserem Körperbau und in vielen unserer Instinkte und Leidenschaften mit jenen der Tiere, — der Mensch ist so völlig denselben allgemeinen Gesetzen der Fortpflanzung, des Wachstums, der Krankheit und des Todes unterworfen, daß, wenn progressive Entwickelung, spontane Variation und natürliche Selektion durch Millionen Jahre die Veränderungen der übrigen organischen Welt geleitet haben, wir nicht erwarten können, zu finden, daß das Menschengeschlecht von demselben fortwährenden Entwickelungsprozeß ausgenommen sei. Solch ein nahes Band der Verknüpfung zwischen dem Menschen und der übrigen belebten Schöpfung wird von vielen als unserer Würde Abbruch thuend angesehen. . . . Aber wir mußten schon die wohlgefälligen Vorstellungen der Poeten und Theologen über die hohe Stellung unserer frühen Vorfahren mit bescheideneren und niedrigeren Anfängen vertauschen, denn die vereinten Arbeiten der Geologen und Archäologen haben uns keinen Zweifel gelassen an der Unwissenheit und Barbarei des paläolithischen Menschen.“

„. . . Die Zukunft, welche sich nun vor uns eröffnet, beginnt schon neue Lehren zu entschleiern, wenn möglich mehr als je zuvor ohne Einklang mit gerne geschätzten Denkweisen. Es ist darum wünschenswert, wenn wir uns mit den uns vorhergegangenen rohen und abergläubischen Wilden kontrastieren, als Pfleger der Wissenschaft uns zu erinnern, daß die vergleichsweise hohe Stelle, welche wir in der Wesensskala erreicht haben, von Stufe zu Stufe gewonnen worden ist durch

[1] Ebenso, in anderer Darstellungsweise, in dem obenerwähnten Werke „Über d. Alter d. Menschengeschl. etc.“

[2] Darwin hat öfters hervorgehoben, daß er weit davon entfernt ist, die Entstehung der Variationen dem „Zufall“ in dem Sinne zuzuschreiben, wie man mit Recht von zufälliger Erhaltung von Individuen oder Varietäten gegenüber den sie bedrohenden äusseren Wechselfällen sprechen könnte. Am entschiedensten drückt er sich in jener Hinsicht aus in e. Art. „Origin of certain instincts“, Nature, 3. April 1873: „. . . Es scheint mir im höchsten Grade wahrscheinlich, daß viele Instinkte entstanden sind durch Modifikationen oder Variationen im Gehirn, welche wir in unserer Unwissenheit höchst ungeeigneterweise (most improperly) spontan oder zufällig nennen.“

gewissenhaftes Studium der Naturerscheinungen und durch furchtloses Verkündigen der Lehren, auf welche sie hinweisen. Durch redliches Abwägen der Beweise, ohne Rücksicht auf vorgefaßte Meinungen, durch ernstes und geduldiges Forschen nach dem, was wahr ist, nicht was wir wahr wünschen, haben wir jene Würde erreicht, welche wir vergeblich hoffen mögen vom Range einer idealen Herkunft."

Seitdem »die rechte Stunde und der rechte Mann« gekommen und der Triumphzug der Entwickelungslehre begonnen, sind nun fünfundzwanzig Jahre verflossen. Eine Ausdehnung unserer geschichtlichen Skizze auf diese Periode müßte zugleich eine Kritik des gegenwärtigen Standes der wichtigsten einschlägigen Fragen werden. Wir wollen uns auf wenige Andeutungen beschränken.

Es ist mit Recht gesagt worden, daß alle gegen die Darwin'sche Lehre zu erhebenden Einwände, alle wesentlichen derselben entgegenstehenden Schwierigkeiten schon im Buche »Über die Entstehung der Arten etc.« selbst Erörterung gefunden haben. Wie weit aber ist das Gewicht dieser Schwierigkeiten seitdem verringert worden?

Die Paläontologie hat eine große Anzahl von Zwischengliedern früher scharf getrennt erscheinender Typen nachgewiesen, im engeren und im weiteren — vor allem zwischen Reptilien und Vögeln —; sie hat auch fast lückenlose Entwickelungsreihen erschlossen, wie bei den pferdeartigen Tieren, und sie darf alle Hoffnung auf eine lange Zukunft weiterer glänzender Erfolge hegen[1]. Viele Hauptlücken jedoch bestehen noch in voller Schärfe. Das plötzliche und massenhafte Auftreten der Dikotyledonen in der oberen Kreide und die ähnliche Plötzlichkeit des Erscheinens fast aller Säugetiertypen im Eocän sind nach wie vor sehr schwierige Probleme. Die Anfänge aller umfassenderen Typen müssen immer und immer wieder in uralte Perioden zurückgeschoben werden; hochspezialisierte Formen, welche man gerne für relativ neue ansehen möchte, erweisen sich durch fossile Funde oft als von sehr hohem Alter. Zumal die dunkelste aller paläontologischen Fragen, das Auftreten der ältesten bekannten Fossilreihen, einer reichen, mannigfaltigen und relativ hochorganisierten Fauna schon im silurisch-cambrischen System, ohne eine Spur nachweisbarer Vorfahren in älteren Gesteinen, hat noch nicht die mindeste Aufklärung gefunden. Sollte die von bedeutenden Geologen angenommene Theorie[2] der sog. Permanenz der Kontinente und Ozeane sich befestigen, d. h. müßte die gegenwärtige Verteilung der großen Land- und Wassergebiete als seit den ältesten Zeiten unseres Planeten sich in den Hauptzügen gleichgeblieben betrachtet werden, so würden jene Schwierigkeiten sich noch steigern, denn es wäre die Erklärung des Neuauftretens von Typen durch Einwanderung aus ihren jetzt vom Meere bedeckten Entwickelungsgebieten dann nur noch in beschränktem Maße zulässig.

Alle diese ungelösten Rätsel können das Vertrauen auf die weitere Durchführung der Deszendenztheorie nicht erschüttern. Immerhin berechtigen sie jedoch zur Frage, ob die Umwandlungen der Formen, die

[1] „Zoologists thus enabled to reconstruct ideally the ancestry of the horse, are hopeful some day to discover likewise the fossil pedigree of the rider" (Tylor).
[2] Wie es scheint, von Dana ausgegangen. Vergl. Wallace, Island life, Ch. VI.

Bildung und Fixierung der Abänderungen nicht unter gewissen Umständen, nach uns noch verborgenen Gesetzen, in rascherem Tempo stattfinden konnten, als wir nach den in der Gegenwart vorwiegenden Erscheinungen anzunehmen geneigt sind[1].

Das Selektionsprinzip wird den neueren Angriffen wie den älteren gegenüber seine Fruchtbarkeit bewähren und das Feld behaupten, doch nicht als Alleinherrscher[2]: es vollzieht sich an dem Material der Variationen, deren Ursachen uns ganz vorwiegend noch verborgen sind. Die gebräuchliche Antithese: selektive Adaptation oder aber ein alle Formen im voraus bestimmendes allgemeines Entwickelungsgesetz, ist zu scharf gefaßt; auch ohne letztere Annahme darf die Wahrscheinlichkeit der Existenz noch ungeahnter wichtiger Gesetze der Formenbildung zugegeben werden.

Auf solche deuten ganz besonders die Erscheinungen der organogenetischen Konvergenz, der Entstehung gleichartiger Organe resp. Funktionen in verschiedenen von einander unabhängigen Entwickelungsreihen. Es ist wohl begreiflich, daß Variation und Selektion an dem durch physikalisch-chemische Konstitution und Einwirkungen physikalischer Agentien auch in seinen entfernteren Verzweigungen vielfach übereinstimmenden belebten Substrate gewisse Erfolge in selbständiger Wiederholung erzielen können. Aber von den einfachsten derartigen Beispielen an, deren Erklärung in diesem Sinne leicht ist, führt eine lange Reihe immer schwierigerer Fälle bis zu solchen wie die übereinstimmend komplizierte Bildung der Augen bei Mollusken, Würmern und Wirbeltieren, die durch die Augen reflektorisch vermittelte Farbenadaptation an die Umgebung bei Krebsen und wieder bei Fischen und Amphibien, vor allem die Übereinstimmungen geistiger Thätigkeiten in den Reihen der Insekten auf der einen und der Wirbeltiere auf der anderen Seite. Das Schema gleichförmig wiederholter und durch Selektion befestigter Variationen kann hier nicht genügen, solange uns die Gesetze der letzteren noch, wie gegenwärtig, ein Meer von unergründlicher Tiefe bleiben.

Der organogenetischen steht die phylogenetische Konvergenz[3] zur Seite, deren Bedeutung offenbar von Darwin sehr unterschätzt worden ist. Hier handelt es sich um die Fragen, ob und wie weit identisch erscheinende Varietäten und Arten aus gleichen Stammformen an verschiedenen Orten, polylokal, oder sogar aus verschiedenen Stammformen, polyphyletisch, entstanden sein können — wie weit Typen, die wir als Gattungen, Familien etc. vereinigen, auf gemeinsamer Abstammung, resp. Divergenz, beruhen, oder aber auf Konvergenz von verschiedenen Stammformen aus — wie weit unsere »natürlichen« Systeme wirklich genetische

[1] Manche Thatsachen deuten auch in der Gegenwart auf das Stattfinden rascher Abänderungen, und zwar gemäß dem Wagner'schen Separationsprinzipe. So wird aus Neuseeland schon von wesentlichen Abänderungen bei vor 10—15 Jahren aus England in die dortigen Flüsse versetzten Fischen berichtet.

[2] Wenn Darwin manchmal im letzteren Sinne von der Selektion zu sprechen scheint, so ist dies offenbar nur eine zu heuristischem Zwecke einseitige Darstellungsweise. Vgl. Nature, v. XXIII, p. 32.

[3] Auf den niedersten Stufen der Organisation treten diese beiden Prozesse in nähere Berührung; vgl. Kosmos 1883, Heft 9, „Die Coelomtheorie" etc.

sind. Diese wichtigen Fragen werden noch immer selbst in den einfachsten Fällen, z. B. hinsichtlich der Möglichkeit multipler räumlicher Zentren der Entstehung einer Spezies oder hinsichtlich der polyphyletischen, resp. Konvergenz-Gattungen, vielfach mit einer gewissen Schüchternheit behandelt; man wird sich künftighin eingehender mit denselben befassen müssen. — Mögen auch in diesen und noch anderen Beziehungen den gegenwärtig herrschenden Ansichten manche tiefgehende Modifikationen bevorstehen — eine an großen Erfolgen reiche Zukunft bleibt der Entwickelungslehre gesichert.

Das Ende des Blütenstandes und die Endblume von Hedychium.

Von

Fritz Müller.

(Mit Tafel I. II.)

I.

Nutzlose und als solche dem regelnden Einflusse der Naturauslese entzogene Gebilde sind oft in hohem Grade veränderlich. Belege zu diesem Satze finden sich allerwärts, selten aber wohl eine grössere Mannigfaltigkeit verschiedener Bildungen, als sie am Ende des Blütenstandes von *Hedychium* vorkommen, und so mag es lohnen, an diesem Beispiele den für Darwin's Lehre nicht unwichtigen Satz[1] zu veranschaulichen.

Die Gattung *Hedychium* ist wie fast die ganze Familie der Gewürzlilien (Zingiberaceen) in Indien heimisch; doch sind hier mehrere Arten als Zierpflanzen eingeführt und gedeihen vortrefflich. Einige sind verwildert und haben, durch Schwärmer gekreuzt, zahlreiche Mischlinge hervorgebracht. Sie bedecken hier und da — namentlich gilt dies für *H. coronarium* — weite Strecken feuchten Landes, alle anderen Pflanzen zwischen sich verdrängend.

Der Blütenstand von *Hedychium* bildet das Ende des einfachen, oft weit über mannshohen, zweizeilig beblätterten Stengels. Bei gewissen Arten (z. B. *H. coronarium*) gleicht er vor dem Aufblühen einem Tannenzapfen (Fig. 1); die breiten, flachen, in eine Schraubenlinie geordneten Deckblätter liegen dachziegelförmig dicht aufeinander. Bei anderen Arten (z. B. *H. coccineum*) bildet er eine lange lockere Ähre; die Deckblätter, in dreistrahlige Quirle geordnet, stehen fast rechtwinkelig vom Stengel ab und umschließen, sich nach oben einrollend, die in ihrem

[1] Vergl. Darwin, Origin of species. 4th Edit. Chap. V. pag. 177.

Winkel entspringenden Blüten. Bei diesen oft über fußlangen Ähren pflegen die Blütenanlagen in den Winkeln der obersten Deckblätter und mit ihnen das Ende des Stengels sehr frühe, lange vor der Zeit des Blühens, abzusterben. Bei den zapfenartigen Blütenständen dagegen hält sich der Stengel bis zu seiner Spitze frisch, um oberhalb des letzten blütenbergenden Deckblatts in mannigfachster Weise abzuschließen. Zu bequemerer Übersicht ordne ich die hier vorkommenden Bildungen in Gruppen, welche indessen ohne scharfe Grenzen ineinander übergehen, eine einzige enggeschlossene Reihe bildend.

Erste Gruppe. (12%[1]. — Fig. 2, 3.) Nicht selten steht über dem letzten blütenbringenden Deckblatt noch ein blütenloses, jenem sehr ähnliches Hochblatt, welches wie alle jungen Blätter zusammengerollt ist und sich nie entrollt. Es ist bald in gleichem Sinne gerollt wie das vorangehende Deckblatt, bald in entgegengesetztem. Es ist stets von nahezu derselben Länge wie dieses Deckblatt. Gewöhnlich ist es bis zur Mitte oder darüber hinaus walzig und von da ab kegelförmig zugespitzt, auch wohl unten etwas dünner als in der Mitte. Ein durch die Mitte geführter Querschnitt (Fig. 2) zeigt eine innere runde Lichtung, um die das Blatt sich schneckenförmig in zwei bis drei einander eng umschließenden Windungen herumrollt. Selten (4 mal unter 36) ist das Blatt loser gerollt, mit kaum mehr als einer Windung, und in einem dieser Fälle (Fig. 3) war dasselbe etwas flach gedrückt und die Einrollung nicht regelmäßig schneckenförmig. Ebenso selten kommt es vor (4 mal unter 36), daß der äußere freie Rand des Blattes sich nicht den inneren Windungen anlegt, sondern sich zwischen das Deckblatt und die in seinem Winkel sitzende Blütengruppe einschiebt.

Zweite Gruppe. (5%. — Fig. 4, 5, 6.) An diese schneckenförmig gerollten, von ihrem Ursprung an offenen Blätter reihen sich in minderer Zahl andere, deren Ränder von unten her mehr oder weniger weit zu einer Röhre verwachsen sind. Unter 15 Fällen reichte die Verwachsung 2 mal nur wenige Millimeter weit, 1 mal bis zu etwa $^1/_3$ der Länge (Fig. 4), 2 mal bis zur Hälfte; einmal bis $^2/_3$, 3 mal bis etwa $^3/_4$ der Länge (Fig. 5); 2 mal blieben die Ränder nur für etwa 8 mm frei (Fig. 6) und 4 mal waren sie bis auf einen winzigen Schlitz verwachsen, der dicht unter der Spitze auf der dem Blütenstand zugekehrten Seite lag. Auch diese Blätter sind stets von nahezu gleicher Länge mit dem letzten Deckblatte. Man erkennt sie leicht an einer tiefen Längsfurche auf der dem Blütenstande zugewendeten Seite; dieselbe zieht sich aufwärts und abwärts von dem Punkte, wo die verwachsenen Blattränder sich trennen, und entsteht durch die Einwärtsbiegung dieser Ränder (s. die Querschnitte in Fig. 4—6). Ist nur der untere Teil des Blattes zur Röhre geschlossen, so kann der obere noch regelmäßig schneckenförmig gerollt sein (Fig. 4); geht die Röhre bis über die Mitte, so pflegt jeder der beiden Ränder des Blattes für sich, ohne den anderen zu decken, nach

[1] Nach Untersuchung von 300 ohne Wahl gesammelten Blütenständen von *Hedychium coronarium*; außerdem habe ich in sehr großer Zahl andere Blütenstände derselben Art sowie anderer Arten und Mischlinge untersucht, ohne über dieselben Buch zu führen.

innen gerollt zu sein (Fig. 5). Diese letzteren, bis über die Mitte geschlossenen Blätter haben meist eine deutliche Keulenform.

Selbstverständlich bilden die offenen oder zur Röhre geschlossenen Blätter, die ja seitliche Gebilde sind, nicht das Ende des Blütenstengels. In $^4/_5$ der Fälle (39 unter 51) findet man, daß der Scheitel des Stengels in gleicher Höhe mit dem ihn umgebenden Ursprung des Blattes flach (selten leicht gewölbt oder seicht vertieft) endet, ohne weitere Anhangsgebilde zu erzeugen (Fig. 6). Als solche trifft man in den übrigen Fällen: 1) ein zartes farbloses Blättchen (6mal), bald schmal und flach, bald breiter und schneckenförmig gerollt (Fig. 4), von 8 bis 27 mm Länge; 2) einen dünnen nicht hohlen Stift oder Faden (2mal), von 12 bis 35 mm Länge; 3) einen kurzen, 1 bis 2 mm langen, in der Mitte bauchigen (Fig. 5) oder einen längeren, 4 bis 20 mm langen, walzigen, oben offenen Schlauch (4mal). — In den offenen Blättern wurden diese Gebilde verhältnismäßig häufiger gefunden (10mal unter 36) als in den zur Röhre geschlossenen (2mal unter 15).

Dritte Gruppe. (7%. — Fig. 8 bis 13; Fig. 21.) Ohne scharfe Grenze führen die keulenförmigen, bis auf eine winzige schief endständige Öffnung geschlossenen Blätter zu einer Reihe keulenförmiger Gebilde über, deren Endglieder (Fig. 13) kaum noch an ihren Ursprung aus Blättern erinnern, während die Anfangsglieder (Fig. 8, 9) nur dadurch von den Endgliedern der vorigen Gruppe sich unterscheiden, daß sie nicht bis zum Grunde hohl sind, sondern von einem dichten Stiele, dem verlängerten Ende des Blütenstengels getragen werden. Ohne Anfertigung eines Längsschnittes sind sie daher gar nicht zu unterscheiden und auch dann bleibt die Grenzbestimmung ganz willkürlich, wie die Längsschnitte Fig. 6, 8 und 9 zeigen, die man alle drei ebensogut der einen wie der anderen Gruppe einreihen könnte. In gleichem Maße, wie der anfangs ganz kurze Stiel sich verlängert, verkürzt sich die von ihm getragene Keule, während beide gleichzeitig dünner werden. So lange die Länge der Keule nicht unter 2 cm herabsinkt, ist sie entweder völlig vom Deckblatte umhüllt oder schaut nur soeben mit ihrem Ende hervor. Keulen unter 1 cm pflegen ganz hervorzutreten oder selbst noch einen Teil des Stieles zu zeigen. Die Gesamtlänge des Gebildes steigt also im allgemeinen mit dem Kleinerwerden der Keule. Die kleineren vorragenden Keulen sind meist nicht mehr frisch grün, sondern bräunlich; ihr vom Deckblatt verhüllter Stiel ist farblos.

Die Öffnung der Keule ist nicht ganz endständig, sondern liegt, wie es die Entstehung aus einem zur Röhre verwachsenen Blatte mit sich bringt, dicht unter dem Ende und ist dem Deckblatte zugekehrt. Unten endet die Höhle der Keule abgerundet (vgl. die Längsschnitte Fig. 8, 9, 11, 12), oder mit anderen Worten: es endet der Blütenstengel mit einem glatten, etwa halbkugelig vertieften Scheitel, dem nie ein Blättchen oder sonstiges Anhängsel entsprießt. Während wir diese schon in der vorigen Gruppe seltenen Gebilde am Ende des Stengels hier vermissen, tritt nun zum erstenmale ein anderes auf, das in den folgenden Gruppen häufiger wiederkehrt. Ein einziges Mal sah ich am Grunde eines 4 cm langen Stieles, der eine 15 mm lange Keule

trug, ein winziges, kaum über 2 mm langes, schuppenförmiges Blättchen (Fig. 21).

Vierte Gruppe. (9 %. — Fig. 14, 15, 22, 23, 26.) Eine weitere Verkleinerung der Keule, die dann bald nur noch den Namen eines Knöpfchens verdient, bedingt bei gleichzeitigem Länger- und Dünnerwerden des Stieles wieder ein ziemlich abweichendes Aussehen. Ich habe daher, eine willkürliche Grenze ziehend, alle Fälle, in denen die Keule weniger als 5 mm lang war, in eine besondere Gruppe zusammengefaßt. Der Stiel pflegt am Ende fadenförmig dünn zu sein und weit aus dem letzten blütentragenden Deckblatt hervorzutreten, oft 1 bis 2 cm, selten mehr (Fig. 14); tritt er nur wenig oder gar nicht vor, so liegt der Grund meist (doch nicht immer, vgl. Fig. 15) darin, daß er nicht gerade, sondern wellig oder sonstwie gebogen ist (Fig. 22); so fand sich ein über 7 cm langer, mit einem winzigen Knöpfchen endender Stiel derart gebogen, daß er vollständig in dem etwa um 2 cm kürzeren Deckblatte versteckt lag. Im allgemeinen gilt auch für diese Gruppe die Regel, daß je länger der Stiel, um so kleiner das Knöpfchen am Ende ist. Dieses erscheint zuletzt als eine kaum merkliche Verdickung des fadenförmigen Stengelendes (Fig. 22, 23); doch läßt selbst bei kaum millimeterlangem Knöpfchen eine nähere Untersuchung meist noch die Höhle mit der fast endständigen Öffnung erkennen (Fig. 15).

Fünfte Gruppe. (14 %. — Fig. 16 bis 20; 24, 25, 27 bis 29.) Es bleiben als letzte Gruppe dieser Reihe die stift- oder fadenförmig verlängerten Enden des Blütenstandes, die jeder Verdickung, jeder Höhle an ihrer Spitze entbehren. Die längeren, in einen dünnen, walzenrunden Faden auslaufenden Gebilde dieser Gruppe sind bisweilen schwer zu unterscheiden von den ein winziges Endknöpfchen tragenden der vorigen, zumal wenn, wie es in beiden Gruppen nicht selten geschieht, die Umrisse des Endes durch mehr oder weniger starke Behaarung verhüllt werden. Selbst 6 bis 7 cm lange Fäden können, vielfach gebogen, im Deckblatte verborgen bleiben, während sie in andern Fällen weit hervortreten, aber auch dann in der Regel in mancherlei Weise gekrümmt sind. Bei Fäden oder Stiften, die kürzer als das Deckblatt sind, ist die Spitze wohl immer haarlos; je kürzer sie sind, um so mehr nehmen sie die Gestalt eines kegelförmigen Stiftes an. — Von wenige Millimeter langen Stiftchen (Fig. 20) bleibt endlich nur noch ein kleiner Schritt bis zum völligen Verschwinden eines frei hervortretenden Stengelendes.

Während in der dritten Gruppe nur in einem Falle unter 21 ein winziges Blättchen am Grunde des stielartigen Stengelendes gesehen wurde (Fig. 21), fanden sich in den beiden letzten Gruppen Blättchen an gleicher Stelle in 15 Fällen unter 69. — Ihre Größe und Gestalt wechselt außerordentlich; bald sieht man nur ein winziges Schüppchen, kaum 0,7 mm lang und breit — bald ein schmales, flaches, zartes Blättchen von 2 bis über 20 mm Länge (Fig. 22, 24, 25), bald breitere und längere Blätter von festerem Gefüge. Bei breiteren Blättchen pflegen die Blatthälften sich so gegeneinander zu biegen, daß die hohle Seite von dem zugehörigen Stifte abgewendet ist (Fig. 23, 26 bis 29). Mehrfach fand sich dann die gewölbte Seite des Blattes auf größere oder

geringere Länge mit dem Stifte verwachsen, von dem bisweilen nur eine kurze Spitze frei blieb (Fig. 28, 29); ja in einem Falle war der Stift vollständig mit dem Blatte verschmolzen und nur noch als dicker scharfer Kiel der gewölbten Blattseite äußerlich zu erkennen.

Damit endet diese lange Reihe vielgestaltiger Gebilde, von denen man irgend eines fast in der Hälfte (47%) der Blütenstände von *Hedychium coronarium* antrifft, oft sehr verschiedene bei verschiedenen Blütenständen derselben Pflanze. Die Reihe ist so enggeschlossen — (und zwischen die gegebenen Abbildungen hätte sich leicht noch die doppelte oder dreifache Zahl von Zwischenformen einschalten lassen) — daß man kaum zweifeln darf, man habe hier die verschiedenen Stufen einer Umwandlung vor sich, welche diese Gebilde im Laufe der Zeiten erlitten haben. Den Ausgangspunkt bildet ein gewöhnliches gerolltes Deckblatt, von dem nächstunteren nur dadurch verschieden, daß es blütenlos ist und daher nie sich entrollt. Von unten her beginnen die Ränder des Blattes zu einer Röhre zu verwachsen (auch bei dem nächstunteren, blütentragenden Deckblatt geschieht dies in ziemlich seltenen Fällen, selbst bis zu 2/3 der Länge). Die Verwachsung schreitet aufwärts fort, bis schließlich nur noch eine winzige Öffnung dicht unter der Spitze bleibt; aus dem Blatte ist ein dickwandiger, wassergefüllter, spindel- oder keulenförmiger Schlauch geworden, dessen offene Spitze sich in nahezu gleicher Höhe mit der des vorangehenden Deckblattes hält. Der Schlauch wird allmählich kleiner und kleiner; aber indem das Ende des Blütenstengels sich zu einem Stiel für denselben verlängert, fährt sein offenes oberes Ende fort, sich auf nahezu gleicher Höhe zu halten. Endlich aber hebt der bei weiterer Verkleinerung des Schlauches fortdauernd sich verlängernde Stiel jenen immer weiter über das Deckblatt hinaus. Wenn endlich der Schlauch bis zu einem winzigen Knöpfchen verschrumpft ist, hat sich der Stiel zu einem bisweilen über 7 cm langen Faden ausgedehnt. Geht auch dieses Knöpfchen, dieser letzte Rest eines großen Deckblattes verloren, so fängt das lange fadenförmige Achsenende, der Stiel des verlorenen Knöpfchens an, sich wieder zurückzubilden. Er wird kürzer und kürzer, schrumpft zu einem winzigen kegelförmigen Stiftchen ein und schwindet zuletzt vollständig.

Sechste Gruppe. (1%. — Fig. 30—32.) Nur dreimal unter dreihundert Blütenständen von *Hedychium coronarium* wurden oberhalb des die letzten Blüten bergenden Deckblattes und außerhalb der Vorblätter, welche diese Blüten umgeben, Gebilde angetroffen, die in der eben vorgeführten Reihe der an gleichem Orte auftretenden Endgebilde keine Stelle finden. Auf einem niedrigen Sockel stehend, durch ein zartes Blättchen von außen gedeckt, bilden sie einen zartwandigen walzigen (Fig. 31) oder flachgedrückten und dann einseitig bauchig erweiterten (Fig. 32) oder gegen das Ende kolbig anschwellenden (Fig. 30), oben offenen Schlauch. In einem Falle (Fig. 32) stieg in demselben ein dünner Faden fast bis zur Öffnung empor.

So bleiben von den Blütenständen noch etwas über die Hälfte (52%), bei denen man an der soeben bezeichneten Stelle vergeblich nach irgend einer den Scheitel des Blütenstengels bezeichnenden Spur

sucht. Und doch sind es gerade diese Blütenstände, bei denen man die merkwürdigste aller Endigungsweisen des Stengels zu finden hoffen darf; bei einem vollen Viertel derselben (13 %) ist die erste Blume der durch das oberste Deckblatt geschützten Blütengruppe von ganz abweichendem Bau und kann nach diesem Bau wie nach ihrem Vorkommen gerade an dieser Stelle wohl nur als Endblume gedeutet werden, trotzdem sonst in der ganzen Familie der Gewürzlilien nur seitliche Blumen vorzukommen scheinen[1]. Dieser Endblume soll der zweite Teil dieses Aufsatzes gewidmet sein.

II.

Obwohl einige Arten von *Hedychium* jetzt in deutschen Gärten nicht selten zu sein scheinen, darf ich doch kaum bei den meisten Lesern des Kosmos eine so eingehende Kenntnis der Anordnung und des Baues ihrer Blumen voraussetzen, wie sie das Verständnis des folgenden wünschen läßt. Ich schicke daher einige hierauf bezügliche Bemerkungen voraus.

Jedes Deckblatt birgt mehrere Blumen, deren Zahl bei den hier vertretenen Arten von 2 bis 8 wechselt, in demselben Blütenstande aber ziemlich beständig ist. Bei grösserer Zahl bilden sie zwei der Achse des Blütenstandes etwa gleichlaufende, miteinander abwechselnde Reihen in der Weise, dass die Reihe der 2., 4. Blume u. s. w. der Achse näher liegt als die der 1., 3. u. s. w. (Taf. II Fig. 13). Dabei steht in der Regel die rechte Blume rechts bei rechtsgerollten, links bei linksgerollten Deckblättern. Jede Blume ist als Knospe von einem dünnhäutigen Vorblatt umschlossen, welches bald offen (Taf. II Fig. 13 V_1, V_2), bald zu einer Röhre geschlossen ist (Taf. II Fig. 13, V_3): offene und geschlossene Vorblätter können im Winkel desselben Deckblattes vorkommen; wohl nie sind alle geschlossen, nicht selten alle offen. In dem Winkel des Vorblattes der ersten Blume entspringt die zweite, in dem der zweiten die dritte u. s. f. So umschließt jedes Vorblatt alle folgenden Blumen (Taf. II Fig. 13) und der kleine Blütenstand im Winkel jedes Deckblatts bildet einen Wickel mit verschwindend kurzer Scheinachse.

Zwischen dem Aufblühen je zweier aufeinanderfolgender Blumen desselben Deckblattes verstreichen bei *Hed. coronarium* gewöhnlich 4 bis 6 Tage, selten 3 oder 7 oder noch mehr. Die Blumen der verschiedenen Deckblätter erblühen gruppenweise von unten nach oben, bei recht großen Blütenständen gegen 10 zu gleicher Zeit; sehr selten nur blühen die zweiten Blumen der untersten Deckblätter gleichzeitig mit oder gar vor den ersten Blumen der obersten. Als Beispiel gebe ich für einen sehr kleinen Blütenstand von *H. coronarium* mit nur 9 Deckblättern die Tage, an denen die vier ersten Blumen dieser Deckblätter aufblühten (s. S. 425).

So wird bei einem 7blütigen Wickel die letzte Blüte erst etwa fünf Wochen nach der ersten blühen, deren Frucht dann schon fast zu voller Größe herangewachsen sein kann. Bei *H. coccineum* liegt nur ein

[1] „Die Blüten der Zingiberaceen sind stets seitlichen Ursprungs.“ A. W. Eichler, Sitzungsberichte der Berl. Akad. vom 15. Mai 1884.

	März 1885.																				
	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.
I	†	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.
II	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.
III	†	.	.	.	.	.	†	.	.		.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.
IV	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.
V	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.
VI	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.
VII	.	.	†	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	.	†
VIII	.	.	†	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†
IX	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†	.	.	.	.	.	†

Tag zwischen dem Aufblühen je zweier Blumen desselben Wickels und die Zahl der gleichzeitig erblühenden Blumen ist eine sehr große.

Die Knospen treten schon am Tage vor dem Aufblühen weit aus den Deckblättern hervor. Bei *H. coronarium* und anderen Schwärmer anlockenden Arten öffnen sie sich in den späteren Nachmittagsstunden, halten sich zwei Nächte frisch und beginnen am Morgen des dritten Tages zu welken. Bestäubung beschleunigt das Welken nicht.

Die Blumen von *Hedychium* (Taf. II Fig. 1) sind wie die aller Gewürzlilien zweiseitig (»median-zygomorph«). Von den sechs Staubblättern, die, in zwei Kreise geordnet, den Monokotylen zuzukommen pflegen, ist ein einziges fruchtbar ausgebildet; im Schlunde der langen Blumenröhre entspringend ragt der starre Staubfaden weit hervor und trägt einen einwärts aufspringenden zweifächerigen Staubbeutel. Ihm gegenüber steht ein großes, meist tief zweilappiges Blatt, die »Lippe«, zu jeder Seite desselben ein schmäleres Blatt, von Eichler »Flügel« genannt. Dicht unter diesen Blütenteilen spaltet sich die Blumenröhre in drei lange zarthäutige Zipfel, die bis zum Aufblühen die erstgenannten Teile umschließen, dann aber, sich einrollend und unregelmäßig zurückkrümmend, ganz unansehnliche Anhängsel bilden. Diese drei Blumenblätter wechseln ab mit Lippe und Flügeln, während der Staubfaden über einem derselben steht (s. das Diagramm Taf. II Fig. 14). In ihrem unteren Teile ist die Blumenröhre umgeben von einem röhrigen, am Ende dreizähnigen, auf einer Seite mehr oder weniger tief aufgeschlitzten Kelche. Der unterständige Fruchtknoten ist dreifächerig und vieleiig. Der Griffel steigt in einer tiefen Rinne der Blumenröhre empor (s. den Querschnitt Taf. II Fig. 8), die durch ihre übereinandergreifenden Ränder genügend abgeschlossen ist, um den in der Blumenröhre sich sammelnden Honig nicht eindringen zu lassen. Die Rinne setzt sich auf die Innenseite des Staubfadens und zwischen die Fächer des Staubbeutels fort, und erst oberhalb des letzteren tritt der Griffel frei hervor und verdickt sich zur Narbe. Der Honig wird von zwei ansehnlichen Drüsen geliefert (Taf. II Fig. 7), die am Grunde des Griffels über den paarigen Scheidewänden des Fruchtknotens liegen (Taf. II Fig. 14, h).

In der Knospe und noch am Morgen vor dem Aufblühen ist der

Staubfaden der Achse des Blütenstandes zu, die Lippe von ihr abgewendet. Im Laufe des Tages wächst (bei *H. coronarium*) die Blumenröhre noch um 2 bis 3 cm und gleichzeitig dreht sie sich um ihre Achse so stark, daß beim Aufblühen Lippe und Staubfaden gerade die umgekehrte Lage zur Achse des Blütenstandes haben (s. die Querschnitte der Blumenröhre neben Taf. II Fig. 1). Die Drehung erfolgt stets in der Richtung von Nord nach Ost; wenigstens fand ich in hundert darauf untersuchten Blumen von sieben verschiedenen Arten und Mischlingen keine Ausnahme. Bei *Hedychium coccineum* und verwandten Arten findet eine ähnliche Drehung statt, aber nur um etwa 90°; hier bedarf es keiner weiteren Untersuchung, sondern der erste Blick lehrt, daß die Blumenröhre sich ausnahmslos von Nord nach Ost dreht. Diese Drehung steht in enger Beziehung zur Bestäubungsweise der Blumen. Gewürzlilien ohne Drehung der Blumen werden, soweit ich Besucher derselben gesehen, durch Hummeln und Bienen bestäubt (*Alpinia* durch *Bombus* und *Xylocopa*, *Costus* durch *Euglossa*); die Lippe ist hier Unterlippe und dient den Besuchern als Landungsplatz und Weg ins Innere der Blume, wo sie ihren Rücken mit Blütenstaub beschmieren. *Hedychium coronarium* und Verwandte mit duftigen, hellfarbigen, um 180° gedrehten Blumen locken Schwärmer an, die frei schwebend saugen, also keines Landungsplatzes bedürfen: die aufwärts gewendete Lippe dient als Fahne; der Blütenstaub heftet sich der Unterseite der Besucher an. Endlich *Hedychium coccineum* mit duftlosen, leuchtend roten, um 90° gedrehten Blumen ist in wundervoller Weise der Übertragung des Blütenstaubes durch die Flügel von Tagfaltern (*Callidryas*, *Papilio*) angepaßt[1].

Der eben geschilderte Blütenbau von *Hedychium* sowie der der Gewürzlilien überhaupt hat bis in die neueste Zeit Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten gegeben. Kelch und Blumenkrone sowie Fruchtknoten und Griffel bieten nichts von dem gewohnten Baue der Monokotylenblüte Abweichendes. Es handelte sich nur um die beiden Staubblattkreise und auch für diese stand es außer Frage, daß das über einem Blumenblatt stehende fruchtbare Staubgefäß dem inneren und daß die über Kelchblättern stehenden Flügel dem äußeren Kreise angehören. Für jenen Kreis waren also noch zwei, für diesen war noch ein Glied zu suchen. Eine ältere Ansicht (von Robert Brown) ergänzt den inneren Staubblattkreis durch die beiden Honigdrüsen, den äußeren durch die Lippe[2]. Dagegen läßt eine neuere Auffassung (von Lestiboudois) die Lippe aus zwei miteinander verwachsenen Staubblättern des inneren Kreises entstehen und das dritte Staubblatt des äußeren Kreises, wie bei den verwandten Marantaceen, vollständig fehlen (s. das Diagramm Taf. II Fig. 14). Erst ganz vor kurzem, in der Sitzung der Berliner Akademie am 15. Mai 1884, hat Eichler letztere Auffassung endgültig als richtig nachgewiesen.

[1] Hermann Müller, Flowers fertilised by the wings of butterflies. Nature, Vol. XIV. No. 347 (June 22. 1876), pag. 173.

[2] s. das Diagramm von *Hedychium* in Sachs, Lehrb. der Bot. III. Aufl. S. 538. Fig. 398 A und daneben Fig. 398 B das nach der entgegengesetzten Ansicht gezeichnete Diagramm von *Alpinia*.

Nun zu dem eigentlichen Gegenstande dieser Mitteilung. Als erste Blume in der von dem obersten Deckblatte geschützten Blütengruppe tritt etwa in jedem achten Blütenstande von *Hedychium coronarium* (und soviel ich ohne wirkliche Zählung beurteilen kann, nicht minder häufig bei anderen Arten und Mischlingen mit zapfenartigem Blütenstande) statt der gewöhnlichen eine höchst abweichend gebaute Blume auf (Taf. II Fig. 2, 3, 4, Diagramm Fig. 15). Fruchtknoten, Kelch und Blumenkrone sind wie gewöhnlich, nur fehlt oft die einseitige Schlitzung des Kelches. Aber von Staubgefäß, von Lippe, von Flügeln keine Spur! Statt dessen erhebt sich aus dem Schlunde der Blumenröhre eine neue Röhre, die sich nach oben etwas erweitert und dann in drei gleiche, den Blumenblättern gegenüberstehende Zipfel spaltet. Aus dieser Röhre ragt der Griffel frei hervor. An Blumen verschiedener Arten in meinem Garten sah ich, daß beim Aufblühen die Narbe soeben im Schlunde der oberen Röhre sichtbar wurde, am folgenden Morgen dagegen die Zipfel noch überragte (Taf. II Fig. 3), daß also der Griffel im Laufe der Nacht um etwa 15 mm gewachsen war; bei den gewöhnlichen Blumen findet solches Wachsen nicht statt. Querschnitte durch die Blumenröhre (Taf. II Fig. 9) zeigen eine dreikantige Lichtung ohne Rinne für den frei aufsteigenden Griffel. Honigdrüsen sind drei vorhanden, eine über jeder Scheidewand des Fruchtknotens; bisweilen sind dieselben zu einem den Griffel umschließenden Ringe verschmolzen, häufiger frei. Da die Zipfel der oberen Röhre den Blumenblättern gegenüberstehen, können sie nur als blumenblattartig ausgebildete Staubblätter des inneren Kreises gedeutet werden, entsprechen also dem Staubgefäße und der Lippe der gewöhnlichen Blumen. Der äußere Staubblattkreis fehlt vollständig; dasselbe ist bekanntlich bei vielen Gattungen der Familie der Fall. Auch ein *Hedychium*-Mischling, den ich vor Jahren durch Bestäubung des *H. coccineum* mit Blütenstaub einer dem *H. coronarium* ähnlichen Form mit gelblichen Blumen erhielt, brachte im ersten Sommer, in welchem er blühte, nur Blumen ohne »Flügel« (Taf. II Fig. 6); in späteren Jahren haben seine Blumen eine unerschöpfliche Fundgrube der wunderlichsten Bildungsabweichungen geboten.

Diese ganz regelmäßigen, rein weiblichen Blumen bilden das Endglied einer Reihe von Bildungsabweichungen, die am inneren Staubblattkreise der Zingiberaceen beobachtet worden sind, und mit ihnen sind so ziemlich alle denkbaren Möglichkeiten erschöpft. Außer den gewöhnlichen Blumen mit einem fruchtbar ausgebildeten Staubblatte hat A. Gris solche mit 3 und mit 2 fruchtbaren Staubgefäßen bei *Zingiber Zerumbet* gesehen; ich selbst sah solche mit 2 bei *Alpinia* und *Hedychium*, mit $1^1/_2$ und mit $^1/_2$ bei *Hedychium*; diese letzten, bei denen nur die eine Hälfte des einen Staubblattes fruchtbar ausgebildet ist und ein einziges Staubfach trägt, die andere Hälfte blumenblattartig, verhalten sich hierin wie die Blumen der nächstverwandten Cannaceen und Marantaceen. Dazu kommen also nun noch als letztes und bei weitem merkwürdigstes Glied der Reihe Blumen ganz ohne fruchtbare Staubblätter; als merkwürdigstes nicht nur, weil meines Wissens rein weibliche und regelmäßige Blumen im ganzen Verwandtschaftskreise (Musaceen, Zingiberaceen, Canna-

ceen. Marantaceen) noch nicht gefunden worden sind, sondern mehr noch wegen ihrer Häufigkeit und ihres Auftretens an einer ganz bestimmten Stelle des Blütenstandes. Ihre Häufigkeit legt die Frage nahe, ob sie nicht von irgend welchem Nutzen für das Gedeihen der betreffenden Arten seien. Man wird dieselbe unbedenklich verneinen dürfen. Die Blumen scheinen zwar befruchtungsfähig zu sein; nach künstlicher Bestäubung habe ich die Fruchtknoten anschwellen sehen. Sie enthalten auch reichlichen Honig, vielleicht sogar, der Zahl der Honigdrüsen entsprechend, mehr als die gewöhnlichen Blumen und dürften so gut wie diese von Schwärmern besucht, aber wohl kaum jemals bestäubt werden. Ein vergleichender Blick auf Taf. II Fig. 1 und 2 genügt, um sich zu überzeugen, daß der Körperteil des Schwärmers, welcher beim Saugen des Honigs aus der Zwitterblume deren Staubbeutel streift, bei Ausbeutung der weiblichen Blume nicht leicht mit deren Narbe in Berührung kommen kann. Würden aber auch diese weiblichen Blumen regelmäßig befruchtet, so ist nicht abzusehen, welcher Vorteil daraus der Art erwachsen könnte.

Eine andere Frage ist die nach dem etwa bestehenden ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Orte ihres Auftretens und dem Baue unserer Blumen, und diese Frage ist, glaube ich, mit einem einzigen Worte zu beantworten: es sind Endblumen.

Moquin-Tandon hat schon vor langer Zeit darauf hingewiesen und Darwin[1] hat es durch neue Beispiele bestätigt, daß sogenannte Pelorien, d. h. regelmäßig strahlige Blumen an Pflanzen, die sonst unregelmäßige Blumen besitzen, besonders häufig am Ende der Stengel und Zweige vorkommen. Der Grund liegt nahe. Für endständige Blumen, durch welche die Achse mitten hindurch geht, gibt es kein rechts und links, kein vorn und hinten; alle Glieder desselben Blattkreises haben genau dieselbe Lage zur Achse, es fehlt jeder Anlaß zu einer verschiedenen Ausbildung derselben. Wenn somit eine wirkliche Endblume fast mit Notwendigkeit regelmäßig werden muß, so wird man auch umgekehrt in zweifelhaften Fällen die regelmäßig strahlige oder zweiseitige Ausbildung einer Blume für oder wider deren Endständigkeit in die Wagschale werfen dürfen. Bei den den Zingiberaceen nahe verwandten Marantaceen z. B. stehen die Blüten stets paarweise und die obere Blüte des Paares ist scheinbar endständig; ihre Unregelmäßigkeit aber spricht dafür, daß sie seitlichen Ursprungs ist, und in der That habe ich bei zwei *Stromanthe*-Arten nicht selten das bisher vermißte Ende der Achse wohlentwickelt gefunden. Im vorliegenden Falle würde die fragliche Blume ihrer Stellung nach ebensowohl die erste Blume des im Winkel des obersten Deckblattes stehenden Wickels wie Endblume der Achse des Blütenstandes sein können; auch die Anordnung der Vorblätter läßt sich in dem einen wie in dem andern Sinne deuten. Da sie aber gerade hier auftritt, wo sie Endblume sein kann, so spricht ihr regelmäßig strahliger Bau dafür, daß sie es wirklich ist. Dazu kommt, daß bei den 47 % der Blütenstände, welche deutlich ein in anderer Weise ausgebildetes Ende des Blüten-

---

[1] Darwin, Variation of anim. and plants under domestication. II, S. 345.

stengels zeigten, eine Endblume also nicht tragen konnten, nie eine solche regelmäßige weibliche Blume an der bezeichneten Stelle gefunden wurde, daß dagegen von den übrigen Blütenständen, bei denen ein anderes nachweisbares Ende des Blütenstengels fehlte, ein volles Viertel eine solche Blume trug. Daß diese Blume nicht zu der vom letzten Deckblatte beschützten Gruppe von Zwitterblumen gehöre, dafür spricht auch noch ihr zeitliches Verhalten. Wie oben erwähnt, verstreichen bei *Hedychium coronarium* und Verwandten mindestens drei, gewöhnlich vier bis sechs Tage zwischen dem Aufblühen je zweier aufeinanderfolgender Blumen eines Wickels: als erste Blume des letzten Wickels müßte also die weibliche Blume mindestens drei Tage vor der ersten Zwitterblume blühen. Sehr gewöhnlich aber blühen diese beiden Blumen gleichzeitig (siehe die Knospen in Taf. II Fig. 5, von denen die dünne walzenförmige der Endblume, die dickere, spitz kegelförmige der ersten Zwitterblume des obersten Deckblattes angehört), nicht selten die Zwitterblume einen oder zwei Tage vor der weiblichen, ja in einem Falle (Taf. II Fig. 4) traf ich neben der blühenden Endblume die Zwitterblume schon ganz verwelkt; sie mußte drei oder vier Tage vor jener aufgeblüht sein.

Bedenken gegen die Deutung unserer Blumen als Endblumen könnte es erregen, daß das Vorkommen solcher regelmäßiger weiblicher Blumen nicht, wie ich anfangs glaubte, auf die bezeichnete Stelle beschränkt ist, daß sie bisweilen, obschon selten, auch anderwärts auftreten. Es sind dabei drei Fälle zu unterscheiden.

Der erste Fall, der mich sehr befremdete, als er mir zum ersten Male vorkam, bildet nur eine scheinbare Ausnahme und verwandelt sich, näher betrachtet, in eine wertvolle Bestätigung. An zwei Blütenständen eines gelben *Hedychium* in meinem Garten folgte auf die erste Endblume eine zweite ganz gleich gebildete, dann eine dritte, eine vierte u. s. w. Ähnliche Blütenstände, deren letztes Deckblatt nur »Endblumen« umschließt, sind mir später auch bei *Hedychium coronarium* vorgekommen[1]. Wie sollte nun ein und derselbe Blütenstand mehr als eine Endblume haben können? Und doch muß dies der Fall sein, sobald auch das Ende des Stengels in ähnlicher Weise wie die im Winkel der Deckblätter stehenden verkürzten Zweige zu einem Wickel sich ausbildet. Ein Wickel entsteht ja, wenn die Achse mit einer Endblume abschließt, unter welcher, die Achse scheinbar fortsetzend, ein Zweig entspringt, der seinerseits mit einer Blume endet, unter derselben einen neuen Zweig mit Endblume treibt u. s. f. So sind, wenn man den einzelnen Wickel für sich betrachtet, alle seine Blumen Endblumen. Als seitlich erscheinen sie bei *Hedychium* nur in Beziehung zur Hauptachse des Blütenstandes, und durch eine auf die Hauptachse zu gerichtete Ebene wird jede Blume in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften geteilt. Wird also die Endblume

[1] Es läßt sich dies leicht auch an solchen Blütenständen feststellen, deren Blühen man nicht wie im Garten wochenlang verfolgen kann; denn auch lange vor und nach der Blütezeit sind die beiderlei Blumen leicht zu unterscheiden: nach dem Verblühen an der Zahl der Honigdrüsen, vor dem Aufblühen und schon bei ziemlich jungen Knospen an deren Gestalt (Taf. II Fig. 5), an dem Querschnitte der Blumenröhre (Taf. II Fig. 8 und 9) sowie an dem schon sehr früh nachweisbaren Staubbeutel der Zwitterblumen.

der Hauptachse selbst zur ersten Blume eines Wickels, so sind notwendigerweise alle folgenden Blumen ebenfalls Endblumen.

Der zweite Fall ist der, daß in der Blütengruppe des letzten Deckblattes weibliche und Zwitterblumen durcheinander vorkommen; es scheint das nicht allzu selten zu geschehen. Hier einige bei *Hedychium coronarium* beobachtete Beispiele:

	erste	zweite	dritte	vierte	fünfte Blume
I u. II	♀	☿	☿	☿	♀
III u. IV	♀	☿	☿	♀	☿
V	♀	☿	♀	☿	
VI	♀	☿	♀	♀	
VII u. VIII	♀	♀	☿	☿	☿
IX	♀	♀	♀	♀	☿

Bei einem anderen gelben *Hedychium* folgten auf sechs weibliche Blumen eine siebente Zwitterblume und eine achte weibliche. Es lassen sich für diese Beispiele Anordnungsweisen der Blumen denken, bei denen die weiblichen als Endblumen, die zwitterigen als Seitenblumen erscheinen, doch finden dieselben in der thatsächlichen Anordnung der Vorblätter keine Stütze. Auch scheint es mir keineswegs erforderlich, alle regelmäßigen weiblichen Blumen nur aus diesem Grunde als Endblumen zu betrachten. Kommen doch auch sonst »Pelorien« auch bei seitenständigen Blumen vor. Beachtenswert in bezug auf die Deutung der ersten Blume als Endblume ist dabei der Umstand, daß niemals — in Hunderten von Fällen — wenn die erste Blume im letzten Deckblatte eine Zwitterblume war, unter den folgenden eine weibliche gefunden wurde. Einige Male glaubte ich Ausnahmen von dieser Regel gefunden zu haben; allein es ließ sich dann immer eine anfangs übersehene verkümmerte weibliche Blume als erste Blume nachweisen. Diese verkümmerten weiblichen Blumen boten denn auch mehrfache Zwischenformen zwischen voll entwickelten weiblichen Blumen und der sechsten Gruppe (Taf. II Fig. 30—32) der am Ende des Blütenstandes auftretenden Gebilde; diese letzteren sind also ebenfalls als verkümmerte Endblumen aufzufassen.

Einen dritten sehr seltenen Ausnahmefall bildet das Vorkommen einzelner weiblicher Blumen inmitten der Blütengruppen anderer Deckblätter; selbstverständlich können diese nicht als Endblumen betrachtet werden.

Bei unregelmäßigen Blumen, in denen jedes Blatt seinen besonderen Bau, seine eigentümliche Verrichtung hat, würde meist der Wegfall eines Blattes oder das Einschieben eines neuen die ganze Blüteneinrichtung ernstlich beeinträchtigen; bei weitem weniger ist dieses bei regelmäßigen Blumen zu fürchten. So trifft man denn bei ersteren nur äußerst selten, bei letzteren ziemlich häufig eine Verminderung oder Vermehrung der Glieder jedes Blattkreises. Dies gilt auch für die »Pelorien« und, wie es scheint, in noch höherem Grade. Es wurden endständige Pelorien mit sechs Blumenblättern beim Goldregen (*Cytisus Laburnum*), sechszählige Pelorien beim Löwenmaul (*Antirrhinum majus*), vier- und sechszählige regelmäßige Endblumen bei *Galeobdolon luteum* gesehen u. s. w.[1]

[1] Darwin, a. a. O. S. 59 und S. 346.

Auch bei den zweiseitigen Zwitterblumen von *Hedychium* ist die Dreizahl der Blütenteile unvergleichlich beständiger als bei den regelmäßigen weiblichen Blumen. Unter vielen Tausenden zwitteriger *Hedychium*-Blumen, bei denen ich wochenlang Tag für Tag achtsamen Blickes vorbeigegangen, habe ich nur zwei zweizählige Blumen zu sehen bekommen, dagegen etwa ein halbes Dutzend unter den regelmäßigen weiblichen Blumen, von denen ich wohl noch nicht viel über hundert gesehen haben werde, und einmal traf ich eine vierzählige Endblume (Taf. II Fig. 10 Honigdrüsen, Fig. 11 Querschnitt des Fruchtknotens dieser vierzähligen Blume). — Die zweizähligen Endblumen haben natürlich, wie die dreizähligen Zwitterblumen, zwei Honigdrüsen; aber ihr Griffel steht nicht wie bei diesen hinter, sondern zwischen den Drüsen.

Die mitzuteilenden Thatsachen sind hiermit erschöpft. Statt ihnen allgemeinere Betrachtungen anzuschließen, verweise ich den Leser auf das, was Darwin[1] über »Pelorismus« sagt, und überlasse ihm, selbst die dort entwickelten Ansichten an dem vorliegenden Falle zu prüfen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1 Junger Blütenstand von *Hedychium coronarium*, in halber Größe.
„ 2 bis 32. Oberhalb des letzten blütentragenden Deckblattes stehende Gebilde aus Blütenständen derselben Art, sämtlich in nat. Gr.
„ 2 Regelmäßig links gerolltes Hochblatt.
„ 3 In abweichender Weise lose links gerolltes Hochblatt.
„ 4 Rechts gerolltes Hochblatt, im unteren Drittel zu einer Röhre verwachsen, ein kleines rechtsgerolltes Blättchen umschließend.
„ 5 Bis zum obersten Viertel zu einer Röhre verwachsenes Blatt; daneben, außer drei Querschnitten, Längsschnitt durch seinen untersten Teil, um den von ihm umschlossenen Schlauch zu zeigen, der unter dem Längsschnitt 15mal vergrößert dargestellt ist.
„ 6 Bis fast zur Spitze zu einer Röhre verwachsenes Hochblatt; daneben dessen auseinandergebreitete Spitze mit der Endöffnung und Längsschnitt durch den unteren Teil.
„ 7 Flachgedrückter Schlauch, an der Spitze offen.
„ 8. 9 Kurz gestielte hohle, an der Spitze offene Keulen.
„ 10. 11 Kleinere Keulen mit längerem Stiele. Neben 11 außer den Querschnitten die vergrößerte Spitze, um die Lage der kurzbehaarten Endöffnung zu zeigen, und Längsschnitt durch das untere Ende der Keule.
„ 12. 13 Noch kleinere Keulen, mit noch längerem Stiele; neben 12 Längsschnitt der Keule.
„ 14 Letztes Deckblatt eines Blütenstandes, aus dem ein langer, am Ende einen kleinen Knopf tragender Faden hervortritt.
„ 15 Dünner Stift mit winziger Keule am Ende; daneben die Keule und deren Querschnitt vergrößert.
„ 16. 17 Fadenförmige, aus dem Deckblatte vortretende Stengelenden, mit behaartem, nicht verdicktem Ende.
„ 18. 19. 20 Kürzere, vom Deckblatt umschlossene Stifte, mit haarloser Spitze.
„ 21 Langgestielte hohle walzige Keule, mit winzigem Blättchen am Grunde des Stieles.

[1] a. a. O. S. 58—60. 345—346.

Fig. 22. 23 Fadenförmige Stifte mit kaum merklicher Endverdickung und zartem Blättchen am Grunde.
„ 24. 25 Kurze, dünne Stifte, von einem schmalen, zarten Blättchen begleitet.
„ 26 Kleine, langgestielte Keule; am Grunde des Stieles und mit ihm eine kurze Strecke verwachsen ein ansehnliches Blatt.
„ 27 Stift, am Grunde mit einem großen Blatte verwachsen.
„ 28 Stift, fast in ganzer Länge mit dem zugehörigen Blatte verwachsen.
„ 29 In ähnlicher Weise verwachsener, sehr kurzer Stift. Die Blätter in Fig. 23 und 26 bis 29 sind (wie die Querschnitte zeigen) so gefaltet, daß sie die hohle Seite vom Stifte abwenden.
„ 30 Winziger, keulenförmiger, flachgedrückter, am Ende offener, zarter Schlauch, von einem zarten Blättchen begleitet. Daneben das Ende des Schlauches vergrößert.
„ 31 Zarter, walziger, oben offener Schlauch; daneben dessen Ende vergrößert.
„ 32 Ähnlicher, aber bauchig erweiterter und flachgedrückter Schlauch, in welchem fast bis zur Spitze ein dünner Faden aufsteigt.

Tafel II.

Die Abbildungen sind, wo nicht das Gegenteil bemerkt ist, in nat. Größe.

Fig. 1 Gewöhnliche Zwitterblume eines *Hedychium*-Mischlings. Daneben sieben, in je 1 cm Entfernung geführte Querschnitte durch die Blumenröhre, um deren Drehung zu zeigen.
„ 2 Endblume derselben Pflanze.
„ 3 Endblume eines gelben *Hedychium*.
„ 4 Letztes Deckblatt aus dem Blütenstande eines *Hedychium coronarium*, mit blühender Endblume und bereits verwelkter Zwitterblume, die ihrer Stellung nach jener im Blühen folgen müßte, wenn sie demselben Wickel angehörten.
„ 5 Letztes Deckblatt aus dem Blütenstande eines *Hedychium coronarium* mit zwei gleich weit vom Aufblühen entfernten Knospen, der walzenförmigen einer Endblume und der kegelförmigen einer seitlichen Blume.
„ 6 Blume eines *Hedychium*-Mischlings ohne „Flügel“.
„ 7 Honigdrüsen und unterer Teil des Griffels der Zwitterblume von *Hedychium coronarium*, vergr.
„ 8 Querschnitt durch die Blumenröhre derselben Blume, 25 mm über dem Fruchtknoten, vergr. Der Griffel in einer tiefen, fast zur Röhre geschlossenen Rinne.
„ 9 Querschnitt durch die Blumenröhre einer Endblume derselben Art, vergr.
„ 10 Honigdrüsen und unterer Teil des Griffels einer vierzähligen Blume derselben Art, vergr.
„ 11 Querschnitt durch den Fruchtknoten dieser Blume, vergr.
„ 12 Querschnitt durch die drei obersten Deckblätter eines Blütenstandes von *Hedychium coronarium*. Durchschnitte der Blumen schematisch, doch die Lage der ersten zur zweiten Blume und deren Mittelebene genau angegeben. Vorblätter der Blumen weggelassen.
„ 13 Querschnitt durch ein seitliches Deckblatt eines Blütenstandes von *H. coronarium*, vergr. V_1 bis V_5 Vorblätter der fünf Blumen, alle mit Ausnahme von V_3 offen.
„ 14 Diagramm der Zwitterblume von *Hedychium*. A Achse, h Honigdrüse.
„ 15 Diagramm der Endblume von *Hedychium*. A Achse, h Honigdrüse.

Blumenau, Santa Catharina, Brasilien, 31. März 1885.

Über die Bevölkerung.

Von

Alfred Nossig.

§. 1. So lange die Bevölkerungsfrage nicht endgültig gelöst ist, müssen wir sie für den wichtigsten Gegenstand der soziologischen Untersuchungen erklären. Steht das Wachstum der Bevölkerung in Harmonie mit dem Wachstum ihrer Unterhaltsmittel? Oder ist die Besorgnis, daß auf Grund eines unerbittlichen Naturgesetzes die Menschheit sich stets in rascherer Progression als die für sie nötigen Nahrungsmittel vermehren und daß sie infolgedessen stets den schrecklichsten Leiden ausgesetzt sein wird, begründet? Oder endlich, entstammen diese heute noch hervortretenden Leiden nicht einem unveränderlichen Gesetze, sondern chronischen Disharmonien?

Fruchtlos haben Philosophie, Biologie und Medizin, Nationalökonomie und mathematische Statistik um die Lösung dieser Fragen gewetteifert. Die Bemühungen dieser Wissenschaften müssen steril bleiben, so lange jede von ihnen sich für ausschließlich kompetent in obigen Fragen erachtet. Erst wenn wir die Resultate der Untersuchungen aller dieser Wissenschaften vereinigen, werden wir alle dem behandelten Gegenstande eigentümlichen Seiten zu ergründen vermögen; indem wir den Menschen als tierischen Organismus sowie auch als selbstbewußtes Wesen untersuchen, indem wir die ihm eigentümliche Fähigkeit, soziale Verhältnisse zu schaffen, berücksichtigen, ohne je der höchsten, die Menschheit unabhängig von ihrem Willen lenkenden Gesetze zu vergessen, dürften wir uns in der Bevölkerungsfrage sichereren Resultaten nähern.

Die vorliegende Abhandlung soll die Anwendung der obigen Methode, die physikalische oder konkrete genannt, auf die Untersuchungen über die Bevölkerung enthalten. Bevor wir jedoch an diese Untersuchungen herantreten, sind wir berechtigt, uns an den Leser mit der Bitte um Nachsicht zu wenden. Die Bevölkerungsfrage, welche einen der wichtigsten Gegenstände der menschlichen Forschung bildet, ist zugleich eine der schwierigsten und kompliziertesten.

I. Analyse der Bevölkerungstheorien.

§. 2. Die Bildsäule der Venus, die mit ihrem Fuße eine neugeborne Frucht des menschlichen Leibes zertritt, malt uns die Ansichten der Alten in der Übervölkerungsfrage; um so mehr, als auch die geschriebenen Denkmäler keinerlei systematische Überlegungen in dieser

Richtung enthalten und hierfür mit ähnlicher Unzweideutigkeit die Abtreibung der Frucht als Mittel zur Beseitigung der Bevölkerungsschwierigkeiten empfehlen. Es thut dies unter anderen ARISTOTELES[1], dessen Ausführungen in betreff der Bevölkerung wir hier wiederzugeben nicht die Absicht haben, da sie kein tieferes Eindringen in das Wesen der von uns behandelten Sache verraten. Die Alten beschränkten sich auf die Hervorhebung des individuellen Momentes; ohne mit ihren Gedanken bis an die Folgen der Übervölkerung zu reichen, trachteten sie die Zwanglosigkeit des individuellen Lebens zu sichern; sie erkannten die Folgen der übermäßigen Reproduktion für den einzelnen, aber sie begriffen nicht die Bedeutung der Bevölkerungsbewegung für die ganze Gesellschaft. Erst beim Antritte der Epoche der Neuzeit begann man dies ins Auge zu fassen. THOMAS HOBBES, der englische Denker[2], formulierte als der Erste die Vorstellung des »Kampfes Aller gegen Alle«, auf welche die Naturphilosophie ihren »Kampf ums Dasein« und die Sozialwissenschaften den »Konkurrenzkrieg« gründeten; damit lieferte er die Grundlage für alle späteren Bevölkerungstheorien, welche das Verhältnis der Gesellschaft zu den Unterhaltsmitteln analysierten. Den Gedanken von HOBBES entwickelte SPINOZA[3] weiter; indem er die Entstehung des Staates auf Grund dieses allgemeinen Kampfes im Wege der teilweisen Aufopferung der unbegrenzten Freiheit des Individuums erläutert, führt er in die sozialen Argumentierungen die Vorstellung von der gutwilligen Einschränkung ein, welche durch spätere Schriftsteller in den Bevölkerungstheorien Anwendung fand. Jedoch erst die Beobachtungen FRANKLIN's[4] eröffnen die Reihe der Arbeiten, welche ausschließlich den Untersuchungen über die Bevölkerung gewidmet sind. Aus seinen »Observations« schöpfte MALTHUS die Vorstellung von der riesenmäßigen Wachstumstendenz, welche, den organischen Wesen eigentümlich, jede Pflanzen- oder Tiergattung befähigt, bei ungehinderter Vermehrung in verhältnismäßig kurzer Zeit die ganze Erdkugel zu bedecken; FRANKLIN war es auch, welcher den Unterschied zwischen der möglichen oder potenziellen Zahl der künftigen Individuen und derjenigen Anzahl von Keimen, welche sich thatsächlich zu vollem Leben entwickeln, darlegte.

Die ersten volkswirtschaftlichen Systeme wurden zur wissenschaftlichen Grundlage für die Bevölkerungstheorien. Insbesondere bildeten die Begriffe des Wertes, der Produktivität der Natur und der der Arbeit Hilfspunkte für diese Theorien. Ein Blick auf die fundamentalen Ansichten QUESNAY's, des Meisters der physiokratischen Schule, wird uns in trefflicher Weise die späteren Gedanken über die Bevölkerungsangelegenheit erklären. Der Ausgangspunkt QUESNAY's[5] war seine Vorstellung von dem »Reinertrage« (produit net). Er kennt nur eine produktive Klasse: die Ackerbauer. Produktiv nennt er dieselben darum, weil sie

---

[1] S. die Ansichten des Aristoteles Polit.: II, 3, 7; II, 9, 7; II, 4, 3; III, 14, 10.

[2] Leviathan.

[3] Tract. theol.-polit. 1670.

[4] Observations conc. increase of mankind.

[5] Tableau économique. In „Physiocratie“ herausgegeben v. Dupont, 1768, B. I.

mehr produzieren, als sie während der Arbeit konsumieren. Jener Überschuß bildet eben sein »produit net«, welches, sobald es in den Verkehr getreten, für den Gebrauch der unproduktiven Klassen dient. Die Natur ist der einzige Produzent, denn sie liefert einen Überschuß; die Industrie ist unproduktiv, denn sie bearbeitet nur die konsumierte Nahrung. Ohne uns länger bei diesem Paradoxon aufzuhalten, heben wir nur den Begriff der Produktivität unabhängig von der Arbeit hervor. Der nächstfolgende Abschnitt wird uns belehren, welche Bedeutung man diesem Begriffe auf dem Boden der Bevölkerungstheorien beizulegen verstand. Zuvor jedoch ist es unsere Pflicht, die Ansichten des Begründers der modernen Volkswirtschaftslehre, ADAM SMITH, und seines Vorgängers, DAVID HUME, mitzuteilen.

HUME[1] sieht in seiner Abhandlung über die Bevölkerungen des Altertums in dem Wachstum der Bevölkerung die Ursache ihrer günstigen Entwickelung. Ein vernünftiger Gesetzgeber soll nach der Ansicht HUME's sorgfältig die Hindernisse der Bevölkerungszunahme untersuchen und sie beseitigen. Nach ihm entspringen fast alle moralischen und physischen Leiden des Menschengeschlechtes aus dem Nichtsthun. Ihre Beseitigung hängt also vom Menschen selbst ab. Der schottische Philosoph hatte fast alles das ausgesprochen, was sein Schüler, der ihn im Ruhme eines Nationalökonomen übertraf, des Breiteren entwickelt. In der Bevölkerungsfrage steht SMITH[2] auf demselben Punkte wie HUME. Indem er ausdrücklich auf die Arbeit als die Hauptquelle des Reichtums und die einzige Art, sich die Unterhaltsmittel zu versichern, hinwies und hiermit die Grundlage für die moderne Volkswirtschaftslehre schuf, entwickelte er in dem Abschnitte über den Arbeitslohn dasjenige, was in der Folge RICARDO das eherne Gesetz nannte: daß die Nachfrage nach Arbeit die Vermehrung der Bevölkerung reguliere. Derselbe Gedanke, umfangreicher entwickelt, lieferte die Grundlage für die Bevölkerungstheorien von LIST und CAREY. Ohne den Gegensätzen, welche der Bevölkerungsfrage in dem Sinne, wie man sie später auffaßte, zu Grunde liegen, tiefer nachzuforschen, sieht SMITH, gleich HUME, keine Gefahr in dem Wachstum der Bevölkerung. Sich zu beklagen, schreibt er, daß die Erhöhung des Arbeitslohnes die Schnelligkeit der Bevölkerungsvermehrung steigere, das heißt, sich über die Ursache der größten Wohlfahrt des Landes beklagen.

Sehen wir nun zu, inwiefern die Nachfolger SMITH's seine Errungenschaft, die auf der Erkenntnis des Wertes der Arbeit in ihrer Beziehung zur Bevölkerungsbewegung beruht, zu verwerten gewußt.

§. 3. Zwischen den Werken des QUESNAY, HUME, SMITH und dem von F. R. MALTHUS[3] liegt die französische Revolution. Wir werden den Standpunkt dieses englischen Priesters besser verstehen, wenn wir ihn mit den zeitgenössischen Nationalökonomen vergleichen. In der nachrevolutionären Volkswirtschaftslehre treten zwei Hauptrichtungen hervor: die erste wird durch die französische, sozialistische, sich von BABEUF an

[1] Of the populousness of ancient nations (Essays and treatises on several subjects; 1753, B. IV).

[2] An Inquiry into the Nature and causes of the Wealth of Nations. 1776.

[3] An inquiry into the principles of population. 1798.

datierende Schule vertreten, welche, an die Traditionen der großen Revolution anknüpfend, den Regierungen und der sozialen Organisationsform die Schuld an den ökonomischen Mängeln und Leiden zuschrieb; die zweite sehen wir in der reaktionären englischen Volkswirtschaftslehre, welche die Regierungen in Schutz nimmt und alle Schuld auf die Natur und ihre angeblichen unveränderlichen Gesetze abwälzen möchte. Diese Richtung eben wird durch die MALTHUS'sche Abhandlung über die Bevölkerung inauguriert. Bevor wir mit ihrer Darstellung beginnen, erwähnen wir, daß einige Jahre vor ihrem Erscheinen der Venetianer ORTES, ebenfalls ein Geistlicher, eine Abhandlung ähnlicher Art publizierte, in welcher schon das Bild einer »geometrischen Reihe« gebraucht wird. Diese Abhandlung, die MALTHUS ohne Zweifel gelesen, hatte jedoch nicht die Aufmerksamkeit des Publikums auf sich gezogen[1].

MALTHUS, auf die Untersuchungen FRANKLIN's gestützt, beginnt mit der Behauptung, daß einem jeden organischen Wesen die Tendenz eigentümlich sei, sich über das Maß der vorhandenen Nahrungsmittel hinaus zu vermehren. Die Pflanzen und Tiere, diesem Triebe folgend, gehen großenteils aus Mangel an Raum und Nahrung zu Grunde. — Beim Menschen tritt außer dem Reproduktionstriebe noch ein anderer Faktor, der Verstand hinzu, welcher ihn seine Instinkte zähmen heißt. Dennoch ist die natürliche Tendenz auch beim Menschen so gewaltig, daß eine Bevölkerung, deren Vermehrung auf keine Hindernisse stößt, sich in je 25 Jahren verdoppelt[2]. Sie wächst also in einer geometrischen Progression, während die Nahrungsmittel, bei Berücksichtigung der Erfindungen und der technischen Verbesserungen, sich höchstens in arithmetischer Progression vermehren. Dieses Verhältnis wird durch folgendes Schema ausgedrückt:

Das Wachsen der Bevölkerung: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 . . .
Das Wachsen der Nahrungsmittel: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 . . .

Es müssen daher Ursachen da sein, welche das ungehinderte Wachstum der Bevölkerung hemmen: dies sind die moralischen und physischen Leiden, welche den menschlichen Organismus zerstören. MALTHUS stellt im allgemeinen die Hindernisse des übermäßigen Anwachsens der Bevölkerung wie folgt zusammen:

1) Vorbeugende Hindernisse a) gutwillige (geschlechtliche Enthaltsamkeit, »moral restraint«), b) verbrecherische (Prostitution und geschlechtliche Mißbräuche aller Art).

2) Repressive oder positive, welche die Lebensdauer verkürzen, wie z. B. Armut, ungesunde Beschäftigungen, Krankheiten, Seuchen, Kriege und Hungersnot.

Alle diese Hindernisse lassen sich auf nachfolgende drei reduzieren: Moralischer Zwang, Verbrechen und Elend.

---

[1] Sie wird von Dühring in seiner „Geschichte der Nationalökonomie und des Sozialismus" (3. Auflage 1879) erwähnt unter der deutschen Aufschrift „Reflexionen über die Bevölkerung in Bezug auf Nationalökonomie" 1790.

[2] Diese Behauptung trachtete Malthus schon bald nach der Herausgabe seiner Abhandlung in einem Artikel „Über die Bevölkerung", welcher der „Encyclopaedia Britannica" einverleibt wurde, zu beweisen.

Auf obige Darstellung lassen sich daher folgende drei Behauptungen gründen:

1) Die Bevölkerungszahl ist durch die Unterhaltsmittel beschränkt.

2) Die Bevölkerung nimmt stetig zu, sobald die Unterhaltsmittel zunehmen.

3) Die Hindernisse, welche die Bevölkerung auf dem Niveau der Unterhaltsmittel niederhalten, sind: der moralische Zwang, das Verbrechen und das Elend.

Dies ist das Malthus'sche Gesetz in kurzer Zusammenfassung. In den weiteren Teilen seiner Abhandlung prüft Malthus die Art und Weise, wie die erwähnten Hindernisse bei den einzelnen Bevölkerungen gewirkt. Er findet, daß bei den sich blindlings vermehrenden Wilden hauptsächlich die repressiven Hindernisse hervortreten: Kannibalismus, Kastration, Infibulation und Kindesmord. In Europa hingegen überwiegen die vorbeugenden Hindernisse. Die bei wilden Bevölkerungen öfter sich ereignenden Kriege ziehen eine rasche Regenerierung der Bevölkerung nach sich, ähnlich Seuchen und Hungersnot. Im Vergleich mit diesen Elementarkräften erscheint Malthus der Einfluß der Regierungen und der menschlichen Institutionen verschwindend und in der Überschätzung dieses Einflusses sieht er den Hauptirrtum aller Reformatoren.

Die Folge des Bevölkerungsgesetzes ist nicht absoluter Hunger, sondern Armut. Die Mittel, welche man behufs Beseitigung der Armut anwendet, sind folgende: Auswanderung, welche nach Malthus nur momentane Erleichterung gewährt und mit einem barbarischen Vorgehen gegen die Einwohner der neueingenommenen Länder verbunden ist; Armengesetze und Sicherung der Arbeit seitens der Regierung, welche nach der Ansicht von Malthus eine Verschlechterung der Lage der Arbeiter hervorrufen, indem sie ihre schnellere Vermehrung begünstigen. Die Nahrung, welche in den Armenhäusern zur Verteilung kommt, verringert die allgemeine Masse der Nahrungsmittel für den Rest der Gesellschaft. Die Hebung des Ackerbaues kann nach seinem Urteile ebenfalls die Folgen des Bevölkerungsgesetzes nicht beseitigen, da es sich nicht darum handelt, ob ein Land mehr oder weniger zu produzieren im stande ist, sondern darum, daß der Fortschritt der Nahrungsmittel stets mit der Bevölkerungsbewegung Schritt halte.

Die Menschheit wird sich von der Armut nicht eher befreien, als bis es gelingen wird, die Arbeiter zu überzeugen, daß sie selbst die Ursache ihrer Armut sind. Indem sie dann den moralischen Zwang an sich ausüben werden, werden sie das Angebot der Arbeit verringern und ihre Lage verbessern. Zur Erreichung dieses Zieles schlägt Malthus stufenweise Abänderung der Armengesetze, schriftliche und mündliche Einwirkung auf die Arbeiter, Erteilung einer populären Lehre der ökonomischen Grundsätze, endlich ein ausgebreitetes System der Nationalerziehung vor.

Alle diese Mittel befriedigten Malthus selbst so wenig, daß er am Schlusse die Bemerkung machte: Es ist traurig, daß, während die physischen Wissenschaften Tag für Tag ihren Horizont durch ausgezeichnete Entdeckungen und Erfindungen ausdehnen, die ökonomischen, moralischen

und politischen Wissenschaften nicht im stande sind, auf die Beseitigung der Hemmnisse des menschlichen Glückes, welche aus einer einzigen Ursache entspringen, einzuwirken.

Bei der Analyse der Theorie von MALTHUS werden wir vorerst die Methode, deren er sich bedient, und seinen nationalökonomischen Ausgangspunkt prüfen, hierauf die Thatsächlichkeit und die Tragweite seiner einzelnen Behauptungen, endlich das Wesen der Abhilfsmittel, welche er empfiehlt.

Die Methode und den volkswirtschaftlichen Standpunkt von MALTHUS erkennen wir aus der Art und Weise, in welcher er die Gegenstände seiner Untersuchung gruppiert. Auf der einen Seite stellt er den Menschen und seine Vermehrungstendenz hin — auf der andern den Erdboden und seine Produktionskraft. Diese Begriffe isoliert er, ohne einen wechselseitigen Einfluß zwischen dem Menschen und dem Boden anzuerkennen. Leicht war es ihm daher, jenes einfache mathematische Schema abzuleiten, welches unter anderen seiner Anhänger auch J. STUART MILL angenommen hat. Dieser ausgezeichnete Denker jedoch, welcher so klar und zutreffend die Unterschiede zwischen den einzelnen Methoden der Soziologie dargelegt[1] und die physikalische Methode als die ausschließlich entsprechende anerkannt hat, da sie allein bei zusammengesetzten Erscheinungen in Anwendung gebracht werden könne, J. STUART MILL, sagen wir, hatte übersehen, daß sein Meister seine ganze Theorie auf die irrtümliche geometrische Methode gegründet. Diese Methode operiert stets nur mit einer Ursache; die physikalische hingegen prüft jedes Resultat als die Durchschnittsfolge zahlreicher Ursachen, welche wechselseitig aufeinander einwirken, und berücksichtigt auf gleiche Weise die Rückwirkung der Folgen auf ihre Ursachen; den Mechanismus der sozialen Erscheinungen aber kann uns nur diese letztere Methode erklären.

Die Rechnung von MALTHUS mußte also fehlerhaft ausfallen, da in ihr nicht die entsprechenden Regeln Anwendung gefunden. Aber in dem Ansatze der Frage ist auch die fundamentale nationalökonomische Ansicht von MALTHUS erkenntlich. Unlängst noch pflegte man allgemein anzunehmen, daß MALTHUS, als Nachfolger SMITH's, sich dessen Ausgangspunkt angeeignet. Erst in jüngster Zeit hat DÜHRING darauf hingewiesen, daß MALTHUS die SMITH'schen Ideen nicht begriffen, da er, auf die Vorstellung von der Produktivität der Natur gestützt, die Bedeutung der Arbeit nicht berücksichtigt. Wir werden uns bemühen, den Beweis zu erbringen, daß MALTHUS als Nationalökonom ein reiner Physiokrat war. Eine gesellschaftliche Theorie gründet er auf ein Naturgesetz, gleich wie es die Physiokraten gethan. Sie waren es, die, durchdrungen von Vorstellungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, die soziale Ordnung vermittelst der Naturkräfte zu erklären versuchten. Sie waren es auch, die mit QUESNAY an der Spitze die Behauptung verteidigten, daß die Natur der einzige thatsächlich produktive Faktor sei. Nicht nur also, daß die fundamentalen Ansichten von MALTHUS unwissenschaftlich waren, es mangelte ihnen sogar an Originalität. Ebenso

[1] System der deduktiven und induktiven Logik. 1843.

erinnert sein mathematisches Schema, das ihm und ORTES gemeinsam ist, an die mathematischen Phantasien QUESNAY's. Es hatte die Bestimmung, weiteren Kreisen gegenüber das Schwankende der MALTHUS'schen Vorstellungen zu verbergen. Seinen Progressionen hatte MALTHUS keine Grenzen gesetzt; er weiß nichts von der Entwickelung und dem Verfalle von Bevölkerungen, sondern hält sein Gesetz von der Zunahme der Bevölkerung für stets und überall wirksam. Dies Gesetz steht und fällt zugleich mit seiner allgemeinen Anwendbarkeit; denn sobald gewisse Gesellschaften seinem Einflusse nicht unterliegen, so hört es auf, ein Naturgesetz zu sein, welches mit der menschlichen Natur unlöslich verbunden wäre. MALTHUS selbst jedoch hat die Tragweite seines Gesetzes erschüttert, indem er in seiner Abhandlung einen Unterschied zwischen alten und jungen Bevölkerungen aufstellt. Den Satz, daß eine sich ungehindert vermehrende Bevölkerung binnen 25 Jahren sich verdoppele, stützte er einzig und allein auf das Beispiel der Vereinigten Staaten Nordamerikas. Spätere statistische Tabellen lassen nirgends auf dergleichen Verhältnisse schließen. QUETELET, dessen Bevölkerungstheorie wir in kurzem eingehender darstellen werden, bezeichnet in dieser Hinsicht die Behauptungen von MALTHUS entschieden als unzutreffend[1]. Es ist schwer, heutzutage statistischen Daten zu vertrauen; den Wahrscheinlichkeitstheorien von LAPLACE und HERSCHEL gemäß sind nach der Ansicht QUETELET's die Berechnungen der Verdoppelungsperioden der Bevölkerungen bedeutenden Irrtumschancen ausgesetzt. Die Anzahl von Jahren, welche bei diesen Berechnungen herangezogen werden, ist zu klein, als daß man gehörig dasjenige berücksichtigen könnte, was QUETELET »causes accidentelles« nennt und worauf auch MILL hinweist, indem er die »Elimination des Zufalls« fordert.

[1] Quetelet citiert folgende Tabelle, welche die Zunahme der Bevölkerung und die Periode ihrer Verdoppelung ausdrückt:

Die Länder	Nach Prof. Rau		Nach M. Ch. Dupin	
	Jährlicher Zuwachs	Periode der Verdoppelung	Jährlicher Zuwachs	Periode der Verdoppelung
Irland	2,45	28,6 Jahre	—	—
Ungarn	2,4	20,2 „	—	—
Spanien	1,66	41,9 „	—	—
England	1,65	42,3 „	1,67	42,0 Jahre
Preußen	—	—	2,70	26,0 „
Rheinpreußen	1,33	52,33 „	—	—
Österreich	1,3	53,6 „	1,01	69,0 „
Bayern	1,08	64,6 „	—	—
Niederlande	0,94	74,8 „	1,24	56,5 „
Königreich Neapel	0,83	83,5 „	1,11	63,0 „
Frankreich	0,63	110,3 „	0,65	105,0 „
Schweden	0,58	118,0 „	—	—
Lombardei	0,45	152,8 „	—	—
Rußland	—	—	1,05	66,0 „

Der statistische Apparat, dessen sich Malthus bedient, hat ihm daher keinen wissenschaftlichen Beweis ermöglicht. Einträchtig behaupten Carey und die heutigen deutschen Statistiker, daß die Statistik in ihrem gegenwärtigen Zustande weder das Verdoppelungsverhältnis der Bevölkerung noch den Grad der Produktivität des Bodens bestimmen kann. Doch ist es erlaubt, auch ohne statistische Behelfe schon jetzt die Formel einer geometrischen Progression, welche uns das unveränderliche Gesetz der Bevölkerungszunahme verbildlichen soll, entschieden zu verwerfen und an ihrer Stelle die thatsächlichen natürlichen Gesetze der Vermehrung, welche die Biologie entdeckt hat, anzunehmen. Diese Gesetze besagen, daß die Fruchtbarkeit der Bevölkerung nicht unveränderlich, nicht überall und immer eine und dieselbe ist, sondern von den natürlichen Bedingungen, unter denen die einzelnen Bevölkerungen leben, von der physiologischen und zivilisatorisch-intellektuellen Entwickelung derselben abhängt. Die Progression, in welcher die Nahrungsmittel zunehmen, ist ebenfalls von Malthus irrtümlich angesetzt worden. Diese Frage steht in enger Verbindung mit den modernen volkswirtschaftlichen Ansichten, welche das Verhältnis der Arbeit zum Stande der Produktivität betreffen; eingehender werden wir sie in demjenigen Abschnitte behandeln, welcher die Theorien List's, Carey's und Dühring's enthalten wird. Um diese Darstellung nicht zu antizipieren, verweisen wir auf die entsprechende Stelle.

Nach Malthus stößt die Zunahme der Bevölkerung, wenn sie nicht gutwillig gehemmt wird, auf sog. repressive oder positive Hindernisse, welche dieselbe auf dem Niveau der Unterhaltsmittel niederhalten. Eine hervorragende Stelle unter diesen Hindernissen nehmen Krieg, Hunger und Seuchen ein. Die neuere Wissenschaft hat bewiesen, daß diese angeblichen Hemmnisse der Bevölkerungszunahme keineswegs auf die Art wirken, die Malthus bezeichnet hatte. So bewirkt beispielsweise der Krieg in viel höherem Grade eine Verringerung der Produktion als der Bevölkerung; seine unmittelbare Folge ist also im Gegenteile eine Vergrößerung des Mißverhältnisses zwischen der Bevölkerung und den Unterhaltsmitteln[1]. Ähnlich wirken auch Hunger und Seuche, indem sie den Produzenten Hindernisse in den Weg legen, nicht so sehr auf die Verringerung der Bevölkerung im Verhältnisse zu dem allgemeinen Nahrungsfond ein, als sie vielmehr diesen Fond schmälern[2]. Überdies verursachen diese Katastrophen eine Steigerung des Tempos, in dem die Bevölkerung sich vermehrt. In der Abhandlung von Malthus selbst finden wir eine späterhin allgemein bekräftigte Erwähnung, daß sogar alte Bevölkerungen nach Kriegen sich ungemein schnell regenerieren.

Unsere Analyse führt uns daher zu nachfolgenden Resultaten:

1) Die allgemeine Behauptung, daß die Bevölkerung von den Unterhaltsmitteln abhängig sei, ist in obigem Wortlaute ohne Zweifel begründet; aber sie drückt ein natürliches Verhältnis aus, welches schon

[1] Dühring, „Kursus der Nationalökonomie einschl. der Hauptpunkte der Finanzpolitik". 2. Auflage 1876.

[2] Villermé, „Über die Epidemien in statistischer, ärztlicher und ökonomisch-sozialer Hinsicht".

lange vor Malthus konstatiert wurde und keineswegs zu den weiteren Schlüssen dieses Autors berechtigt.

2. Der Satz, daß eine Bevölkerung, welche reichliche Unterhaltsmittel findet, unveränderlich zunimmt, indem sie sich stets in derselben Zeitperiode verdoppelt, ist entschieden unrichtig; er findet keine Begründung in den thatsächlichen Verhältnissen.

3. Unrichtig ist auch die Konstruktion der Art und Weise, wie die Regulierung der Bevölkerungszunahme stattfinden soll; die Faktoren, welche nach Malthus die Vermehrung einer sich nicht gutwillig einschränkenden Bevölkerung hemmen sollen — Krieg, Hunger und Seuchen — rufen im Gegenteile eine Steigerung der Reproduktionsgeschwindigkeit hervor.

Die Malthus'sche Theorie führt zu der Vorstellung, daß man die Ehe als legale Form der Reproduktion gewissermaßen zu den Luxusgegenständen zählen soll, welche nur für wohlhabendere Leute erschwinglich sind. Von den ärmeren Klassen fordert Malthus strenge geschlechtliche Enthaltsamkeit und sündigt dadurch auf gleiche Weise gegen die wahre, natürliche Moralität wie hinsichtlich der Macht und Zukunft der Bevölkerung. Die Erfahrungen der Medizin und die biologischen Forschungen heißen uns das von Malthus empfohlene Mittel entschieden verdammen. Nach dem Erscheinen der grundlegenden neuen biologischen Werke müssen wir die Reproduktionsthätigkeit als eine thatsächlich unentbehrliche Funktion des menschlichen Organismus, welche der Funktion der Ernährung diametral entgegengestellt, aber gleich dieser zur Gesundheit und zum normalen Leben des Organismus notwendig ist, betrachten. Malthus fordert von den armen Arbeitern eine Ausschreitung gegen die Naturgesetze, indem er sich auf die Vorsicht beruft, welche sie von der Zeugung von Kindern zurückhalten soll, für welche sie keinen gesicherten Unterhalt bereit haben. Diese Versicherung hat der Arbeiter, welcher von dem Willen und den Gewinnchancen des Unternehmers abhängig ist, niemals; auch der in dieser Hinsicht vorsichtigste Arbeiter ist nicht sicher, ob und auf wie lange er für sich und seine Familie Unterhalt finden wird. Das von Malthus empfohlene Verfahren würde im übrigen die Kraft der Bevölkerung in ihrem Keime schwächen: in den andrängenden Massen liegt die Lebenskraft der Bevölkerung und die Bürgschaft ihrer Entwickelung auf Grund des veredelten Kampfes ums Dasein.

Es verteidigen manche die Ansicht von Malthus, indem sie auf den Umstand hinweisen, daß Darwin sie anerkannt und sogar gewissermaßen auf sie seine große Theorie der organischen Wesen begründet habe. Sie vergessen, daß zum größten Teile bedeutende und zutreffende Hypothesen auf dem Grunde von irrigen und unhaltbaren Gedanken aufgebaut wurden. Kopernikus hatte seine heliozentrische Theorie geschaffen, indem er die Epicykeln und den exzentrischen Kreis Hipparch's und Ptolemäus' beibehielt. Darwin's Theorie von der organischen Welt ist wahr und ewig wie die These des Kopernikus; das Malthus'sche Gesetz hingegen fällt ebenso, wie die Epicykeln der griechischen Astronomen gefallen sind.

§. 4. Wir gehen nun zu den Ansichten der sozialistischen Schule über. Wir beabsichtigen dieselben nur kurz zu erwähnen, da es ihnen an einer wissenschaftlichen Grundlage mangelt und da sie überdies nur

wenig Ursprüngliches aufweisen. Großenteils zeichnen sie sich jedoch durch gesunde Vernunft und einen gewissen sozialen Takt aus, welcher ohne Zweifel dem thätigen Interesse an sozialen Fragen entspringt. Die sozialistische Schule, von Babeuf an, stand in Opposition gegen Malthus und sein Bevölkerungsgesetz. Wir übergehen an dieser Stelle die wenig fachmäßigen Ausführungen Fourier's, verzeichnen hingegen, daß St. Simon und sein großer Schüler Auguste Comte die Existenz eines natürlichen Bevölkerungsgesetzes nicht anerkannten. Eine dichte Bevölkerung, behauptet Comte in seiner sozialen Dynamik, übt einen günstigen Einfluß auf den Fortschritt aus, jedoch ist der Grad der Dichtigkeit der Bevölkerungen heutzutage noch nicht befriedigend, trotz der übertriebenen Besorgnisse eines Malthus. Auch Proudhon kehrt sich gegen die Besorgnis vor einer Übervölkerung, und trotzdem er dem Einflusse Ricardo's unterlegen war, der sein ehernes Gesetz von dem Unterhaltsminimum auf die Malthus'sche Theorie gegründet, trotzdem, sagen wir, steht Proudhon entschieden auf der Seite derjenigen, welche die Bevölkerungsfrage von dem sozialen Gesichtspunkte aus behandeln. Ohne Zweifel waren auch diese Forscher einseitig, denn sie vergaßen vollständig die physiologische Seite dieser Frage. Lassalle, ebenfalls ein Gegner von Malthus, nähert sich eher den naturwissenschaftlichen Theorien. Obschon er das Malthus'sche Gesetz nicht anerkennt, gibt er dennoch die Möglichkeit einer Übervölkerung als Folge einer gewissen sozialen Organisationsform zu. Er weist auf die schon von Hobbes konstatierte Erscheinung hin, welche er den »Konkurrenzkrieg« nennt. Nach seiner Ansicht steht eine gutwillige geschlechtliche Einschränkung im Widerspruche mit der Konkurrenztaktik, da sie nur die Stärkung der Konkurrenten in bezug auf die Zahl der Existenzen, die Erhaltung finden könnten, hervorrufen würde. Zu einem solchen Räumen des Platzes an der Tafel des Lebens für die Nachkommen anderer dürfte sich füglich niemand entschließen.

Nur ein einziger Schriftsteller, welcher der besprochenen Schule angehört, hat sich für Malthus erklärt. Karl Marlo (Winkelblech) [1], welcher in seinem System der Weltökonomie eine Art von konservativem Sozialismus zu schaffen beabsichtigte, nimmt zwar das Wesen des Malthus'schen Gesetzes an, läßt jedoch deutlich seine Sympathie für die armen und arbeitenden Klassen durchscheinen. Er schlägt vor, daß man von seiten des Staates verordne, jedes neugeborne Kind müsse von seinen Eltern eine entsprechende materielle Versicherung (Kindergut) erhalten. Bei dem vierten Kinde ist es erlaubt, sich nur mit einem Dritteil dieser Summe auszuweisen, welche zu gunsten dieses Kindes erlegt werde; im Falle aber, daß man eine derartige Versicherung für das neugeborne Kind nicht aufweisen könnte, treffe den Vater Arbeit im Zuchthause. Überdies empfiehlt Marlo die Gründung von Männer- und Frauenorden, welche durch die Beschäftigung mit der Pflege und der Erziehung von Kindern auf künstliche Weise die Reproduktionstriebe stillen sollten.

[1] „Untersuchungen über die Organisation der Arbeit oder System der Weltökonomie.“ 1848.

Jeder Vorurteilsfreie erkennt da auf den ersten Blick, daß die angeblich hilfebringenden Mittel MARLO's nur die Anzahl der unehelichen Kinder vermehren und die dem Cölibat entspringende Verderbtheit und Degeneration steigern würden. So hat also der einzige sozialistische Anhänger von MALTHUS, konsequent vorgehend, nur die tiefe Korruption und den Widerspruch mit den Naturgesetzen, welche auf dem Boden des Malthusianismus verborgen liegen, offen dargelegt.

§. 5. Von den Ansichten der sozialistischen Schule gehen wir zu den exakten Untersuchungen einer Wissenschaft über, welche uns die unumstößlichsten Resultate liefern sollte. Diese Wissenschaft ist die Statistik und ihre Aufgabe auf dem Gebiete unseres Gegenstandes ist die Aufstellung einer mathematischen Bevölkerungstheorie. QUETELET mußte den Prozeß der Erkenntnis der die Himmelskörper lenkenden Gesetze vor Augen haben, als er die Gesetze des sozialen Systems auf formale Mathematik gründen wollte, bevor das konkrete Wesen desselben genau erforscht worden war. Die Theorie QUETELET's[1] lautet:

1. Die Bevölkerung besitzt die Tendenz, in geometrischer Progression zu wachsen; da jedoch ihre Zunahme auf Hindernisse stößt[2], so strebt sie den Zustand des Gleichgewichts an[3].

2. Die erwähnten Hindernisse wachsen im geraden Verhältnisse zu den Quadraten der Geschwindigkeit, mit welcher die Bevölkerung sich zu vermehren strebt[4].

Dieses Gesetz erklärt QUETELET durch die Analogie mit dem Widerstande, welchen die Mittel den sie durchschneidenden Körpern entgegensetzen. QUETELET's Gedanke, seiner mathematischen Rüstung entkleidet, drückt aus, daß die Bevölkerungsbewegung einen Gleichgewichtszustand anstrebt, in welchem die Konsumtion der Produktion gleich wäre, wonach die Bevölkerung ihrem Verfalle entgegengeht; doch wird ihre Zunahme noch vor jener Grenze schwächer, da die die Vermehrung hemmenden Hindernisse um vieles schneller wachsen als die Zunahme der Bevölkerung.

QUETELET führt hierauf die äußerst fruchtbare Vorstellung von der Einteilung der menschlichen Lebensjahre in produktive und unproduktive ein. Diese letzteren reichen seiner Ansicht nach bis zum 15. Jahr herauf. Nachdem er diese Einteilung einmal aufgestellt, weist er auf die

[1] „Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou essai de Physique sociale" 1870 und „Du Système social et des lois, qui le régissent."

[2] „L'obstacle destructif = forces naturelles", und „l'obstacle privatif = forces perturbatrices de l'homme".

[3] Dieser Zustand beruht auf der Gleichheit der Zahl der Geburten und der Sterbefälle bei einer gegebenen Bevölkerung.

[4] Dieselbe Behauptung stellt der Baron Fourier in einer der Einleitungen zu den „Recherches statistiques sur Paris" auf. Verhulst, das Gesetz Quetelet's untersuchend (Mémoires de l'académie royale de Bruxelles, t. XX), behauptet, daß die Hindernisse proportional dem Verhältnisse zwischen dem Überschuß der Bevölkerung und ihrer normalen Zahl wachsen. Quetelet führt in Verteidigung seiner Ansicht mit Recht an, daß die Bevölkerung durch Kinder aufwachse, welche einerseits einer bedeutenden Sterblichkeit ausgesetzt sind, anderseits aber nicht produzieren, sondern die Unterhaltsmittel verringern.

Bedeutung der Höhe der mittleren Lebensdauer für eine gegebene Bevölkerung hin. In Berücksichtigung nämlich jener Einteilung in produktive und unproduktive Jahre vermögen wir aus der die mittlere Lebensdauer ausdrückenden Ziffer auf den Grad der Produktivität einer Gesellschaft zu schließen. Die Produktivität aber reguliert die Grenzen der Einwohnerzahl eines gegebenen Landes.

Die Bevölkerungen sollten daher die Erhöhung der Ziffer der mittleren Lebensdauer anstreben. Die ärztliche Kunst leistet, indem sie die Anzahl der produktiven Jahre im Verhältnis zu den unproduktiven vergrößert, einen wichtigen Dienst. Man darf jedoch nicht vergessen, wie Villermé bemerkt, daß die Ärzte hauptsächlich reicheren Leuten das Leben erhalten, solchen, »die die Haupttreffer in der Lotterie des Lebens gezogen«. Hier nimmt die sog. »ärztliche Züchtung« ihren Anfang; sie beruht darauf, daß kränklichen, aber wohlhabenden Leuten durch die Verlängerung ihres Lebens Gelegenheit zur Zeugung eigener Nachkommen und zur Hinderung anderer, gesünderer, aber besitzloser Individuen geboten wird. Darum sieht Quetelet das erfolgreichste Mittel zur Hebung der durchschnittlichen Lebensdauer in der Hebung der allgemeinen Gesundheitspflege, welche die schädlichen Einflüsse der ärztlichen Züchtung neutralisieren würde.

Die Ansichten Quetelet's, welche hier nur insoweit dargelegt wurden, als sie originell sind, bezeichnen einen namhaften Fortschritt über Malthus hinaus. Die Nationalökonomen haben sich wenig mit ihnen beschäftigt und sie sich kaum angeeignet. Die mathematische Formulierung seines Gesetzes ist schön und anziehend — aber leider nur ein schöner und anziehender Traum. Der menschliche Geist hat in einer kurzen mathematischen Formel die tiefen Gesetze zusammengefaßt, auf die sich der Bau des Universums stützt; für das soziale System läßt sich bei dem heutigen Stande unseres Wissens eine so genaue Formel nicht ableiten. Das quadratische Verhältnis, welches Quetelet aufgestellt, kann wahrscheinlich sein, aber seine Thatsächlichkeit hat Quetelet nicht bewiesen und hätte sie nicht zu beweisen vermocht.

Die mathematische Denkweise jedoch, welche auf jedem Wissensgebiete zu ausgezeichneten Resultaten führt, befähigte Quetelet zur Auffindung zweier Momente, welche sogar der Kritik der Zukunft Stand halten müssen. Das erste von ihnen ist die Vorstellung von der Entwickelung, der Blüte und dem Verfall der Bevölkerung, welche den Rahmen bezeichnet, innerhalb dessen alle Untersuchungen über die Bevölkerung vor sich gehen müssen; das zweite ist der Fingerzeig, daß der gegebene Zustand der allgemeinen Gesundheitspflege einen der Faktoren bildet, welche die für ein jedes Land mögliche Einwohnerzahl normieren. Die Hebung der Gesundheitspflege wirkt auf die Vergrößerung der Ziffer der mittleren Lebensdauer ein, die Vergrößerung dieser Ziffer auf die Steigerung der Produktivität und diese letztere gibt unmittelbar das Maß der Bevölkerungsgrenzen.

Quetelet war ein Meister der Kunst, die er geschaffen. Seine Nachfolger haben sie fast alle handwerksmäßig behandelt. Wir treffen bei ihnen auf keine einzige wertvolle Theorie. Unter den deutschen

Statistikern zeichnet sich HAUSHOFFER[1] durch Gewissenhaftigkeit in der Behandlung seines Gegenstandes aus. Indem er zugibt, daß eine Vergleichung der Produktivität verschiedener Länder heute unmöglich sei, da es kein statistisches Maß für sie gebe, neigt er zur Annahme der Ansichten von MALTHUS. Jedoch weist er selbst darauf hin, daß, während zwei Menschen binnen 2 Jahren sich höchstens um ihre doppelte Anzahl vermehren (wenn sie Zwillinge erzeugen), ein Weizenkorn in derselben Zeit sich um das Tausendfache vermehren kann.

Besteht also thatsächlich in der Natur die Tendenz, die dem menschlichen Organismus zur Nahrung dienenden Produkte langsamer wachsen zu lassen als diese Organismen?

Belehrend sind die Resultate, die der Engländer BOURNE[2] in betreff des Verhältnisses der englischen Bevölkerung zu ihrer Produktivität publiziert und die ihn gezwungen, die Theorie von MALTHUS entschieden zu verwerfen.

1. Ein Drittel der Bevölkerung kann für seinen Unterhalt und den der übrigen zwei Drittel der Bevölkerung arbeiten und arbeitet thatsächlich dafür.

2. Von demjenigen Teile der Gesamtheit, welcher produziert, sind gegen 40 auf 100 unmittelbar oder mittelbar mit der Produktion der Nahrungsmittel beschäftigt, 25—30 mit der Produktion anderer Lebensbedürfnisse, so daß 30—35 auf 100 durch Produktion von Luxusgegenständen zur Hebung des Gesamtreichtums beitragen.

3. Es hat also die Zunahme der Bevölkerung in England bis heute kein ungünstiges Andrängen gegen die Unterhaltsmittel ausgeübt und hat sie nicht überholt[3].

Zu diesen, die Verhältnisse einer einzigen Bevölkerung beleuchtenden Resultaten fügen wir als Beschluß unserer Darstellung über die Ansichten der Statistiker noch zwei Gesetze, die jedoch nur die Geltung wahrscheinlicher Ergebnisse für sich in Anspruch nehmen.

---

[1] Lehr- und Handbuch der Statistik. 2. Aufl. 1882.

[2] „De l'accroissement de la population dans ses rapports avec les moyens de subsistance“ (Annales de démographie internationale. 1877).

[3] Im Jahre 1871 betrug die Bevölkerung Englands, Schottlands und Irlands zusammen 31 484 661. Die „Registrars-General“ teilten sie in folgende 6 Klassen:

1. Kl. der Handwerker	891 160
2. „ der Bediensteten	6 804 769
3. „ der Handeltreibenden	1 035 737
4. „ der Ackerbauer	2 989 154
5. „ der Industriellen	6 425 137
6. „ der ohne bestimmten Beruf Verbleibenden . . .	13 338 704
zusammen	31 484 661

Alle diese Klassen bilden Konsumenten, unmittelbar produzierend hingegen sind nur die 3., 4. und 5. In runden Zahlen zerfallen diese Klassen wie folgt:

Produzenten der Unterhaltsmittel . .	4 250 000	
„ anderer Lebensbedürfnisse	3 250 000	
„ der Luxusgegenstände . .	3 000 000	
	10 500 000	von Produzierenden
	21 000 000	„ Nichtproduzierenden
zusammen	31 500 000.	

Sadler[1] gelangte zu folgendem Resultat: Die Länder, in welchen alljährlich die größte Anzahl von Ehen geschlossen wird, sind zugleich diejenigen, in denen die Fruchtbarkeit der Ehen die geringste ist.

Legoyt und Guillard hingegen veröffentlichten nachfolgendes Gesetz: Die Fruchtbarkeit der Bevölkerung steht in umgekehrtem Verhältnisse zu ihrer Dichtigkeit.

(Fortsetzung folgt.)

Wissenschaftliche Rundschau.

Botanik.

Über isolateralen Blattbau.[2]

Für die Dikotylen galt bisher ein dorsiventraler Blattbau als Norm, d. h. das Vorhandensein zweier deutlich unterscheidbarer Seiten am Blatte, einer Ober- und einer Unterseite. Nur für eine Anzahl exotischer Pflanzen, insbesondere Angehörige der Familien der Myrtaceen und der Proteaceen, ist es schon lange bekannt, daß sie Blätter von gleicher Beschaffenheit beider Blattflächen (isolaterale Blätter)[3] haben, während hingegen in der deutschen Flora der wilde Lattich, *Lactuca Scariola* L., als vereinzeltes viel genanntes Beispiel eines solchen Blattbaues dastand. — Der Verf. zeigt nun in seiner Abhandlung, daß in der deutschen Flora Pflanzen mit isolateralem Bau des Laubes nicht allzu selten sind und daß solche in bestimmt charakterisierten Florengebieten sehr häufig auftreten. So sei ein isolateraler Blattbau im Mediterran-, im Steppen- und im nordamerikanischen Prärien-Gebiet wahrscheinlich ebenso häufig zu finden als der dorsiventrale.

Die Abhandlung zerfällt in folgende 4 Abschnitte: I. Verzeichnis der untersuchten Pflanzenfamilien und Arten, nebst Standortsangaben und Kennzeichnung der Beschaffenheit der Standorte. II. Die Stellung der isolateral gebauten Blätter gegen den Horizont; Form und äußere Charakteristik dieser Blätter. III. Anatomische Verhältnisse. a. Deskriptiver, b. theoretischer Teil. Allgemeine Betrachtungen auf Grund der gefundenen anatomischen Thatsachen. IV. Biologische Betrachtungen.

Dem ersten Abschnitt entnehmen wir, daß von den untersuchten 17 Pflanzenfamilien 14 in der europäischen, 10 auch in der deutschen

[1] The Law of Population, 1830.

[2] Über isolateralen Blattbau, mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speziell der deutschen Flora. Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Laubblätter. Von Dr. E Heinricher. In Pringsheim's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik, Bd. XV, Heft 3. 65 S., V lithograph. Tafeln. Berlin 1884.

[3] Die Bezeichnung „isolateral" wird vom Verf. neu eingeführt.

Flora Vertreter mit isolateralem Bau der Blätter aufweisen. Zu den deutschen Pflanzen mit solchem Blattbau gehören z. B. *Salsola Kali* L., *Aster Amellus* L., *Centaurea Cyanus* L., *C. Jacea* L. (überhaupt die meisten Arten), *Linosyris vulgaris* L., *Diplotaxis tenuifolia* L., *Genista tinctoria* L., *Delphinium Consolida* L., *Asperula longiflora* Waldst. et Kit., *Agrostemma Githago* L., *Silene inflata* Smith., *Eryngium campestre* Willd., *Falcaria Rivini* Host., *Turgenia latifolia* Hoffm. Besondere Verbreitung findet der isolaterale Blattbau in den Familien der Kompositen, Umbelliferen und Sileneen.

Dorsiventrale Blätter trachten eine solche Lage zu gewinnen, daß die Lichtstrahlen ihre Oberseite mehr oder minder senkrecht treffen; an dieser Blattseite findet sich dem entsprechend auch das spezifisch assimilatorische Gewebe, das Palissadenparenchym, während die untere Blatthälfte von dem Durchlüftungsgewebe, dem Schwammparenchym eingenommen wird. Die Oberseite hat ferner eine kräftiger ausgebildete Epidermis, in der Spaltöffnungen fehlen, während solche in der Epidermis der Unterseite in großer Zahl vorhanden sind.

Hingegen haben isolaterale Blätter einen in der Hauptsache übereinstimmenden Bau an beiden Blattseiten: beiderseits gleich viel Spaltöffnungen bei gleicher Oberhaut und darunter ein Blattparenchym von gleicher Art.

Diesem Baue entspricht auch die Lage, welche isolaterale Blätter gegen die äußeren richtenden Kräfte einzunehmen streben; sie verhalten sich diesen gegenüber so wie radiär gebaute Organe (die meisten Stengel) und sind wie diese orthotrop. Isolaterale Blätter suchen deshalb eine Lage parallel den einfallenden Lichtstrahlen zu gewinnen, was sie auf die verschiedenste Weise erreichen. Ungeteilte Blätter stehen entweder senkrecht auf die Richtung des tragenden Stengels, haben aber ihre Fläche so gestellt, daß sie radial zu jenem liegt, oder das ganze Blatt wird gehoben, so daß die Blattfläche tangential zum Tragsproß orientiert ist. Die Erzielung einer vertikalen Lage der Blattspreite wird im letzteren Falle öfters durch Achselknospen und Seitentriebe mehr oder minder ungünstig beeinflußt; übrigens verzweigen sich Pflanzen mit scharf ausgeprägtem isolateralem Blattbau bis in die Region der Infloreszenz gar nicht. Natürlicher Weise gibt es auch Pflanzen, die in ihrem Blattbau gewissermaßen Übergangsstufen zwischen dorsiventralem und isolateralem Bau vorstellen: bei solchen wird diese Übergangsbildung denn auch in der Stellung der Blätter angedeutet.

Während die meisten isolateralen Blätter nur, so lange sie noch wachsen, eine durch mechanische Eingriffe etwa eintretende Veränderung der Lage, welche minder günstige Beleuchtung gewährt, zu korrigieren und wieder in eine günstige Lage zum Licht zu gelangen vermögen, ausgewachsen aber in ihrer Stellung fix sind, gibt es auch solche Pflanzen, deren isolaterale Blätter zeitlebens befähigt sind, ihre Stellung etwaigen geänderten Verhältnissen gegenüber zu verändern (Bewegungspolster bei Papilionaceen). Die isolateralen Blättern innewohnende charakteristische Reaktionsfähigkeit beweist Verf. durch zwei Experimente. Stellt man Pflanzen mit dorsiventralen Blättern auf einem Gestelle so auf, daß ihr

Sproßgipfel nach unten sieht, und beschwert man diesen entsprechend, um geotropische und heliotropische Krümmungen zu vermeiden, so kehren sich alle noch wachstumsfähigen Blätter um (durch Torsion im Blattstiel oder in der Blattbasis), um wieder ihre Oberseiten nach oben zu kehren. Anders verhalten sich bei dem gleichen Experiment isolaterale Blätter. Hier dreht sich nicht die Blattfläche um, sondern das Blatt richtet sich nur gegensinnig auf, d. h. während es zu Anfang des Versuches einen spitzen Winkel (20°—45°) mit dem Stengel gipfelwärts einschloß, wird dieser Winkel nun zu einem stumpfen, während annähernd derselbe spitze Winkel zwischen Stengel und Blatt basalwärts erreicht wird.

Schneidet man einen vertikalen Sproß mit isolateralen Blättern, welche unter einem Winkel von 20°—40° vom Stengel (gipfelwärts) abstehen, knapp über der Insertion eines noch wachstumsfähigen Blattes ab und exstirpiert die Achselknospe des betreffenden Blattes, so richtet sich dieses vollkommen vertikal auf und erweist somit seinen orthotropen Charakter, sowie daß es an der Erlangung einer vollkommen vertikalen Lage nur durch die Achselknospe etc. verhindert gewesen sei — daß ihm diese Lage aber eigentlich zukomme.

Aus dem deskriptiven Teil des III. Abschnittes heben wir hervor, daß viele Pflanzen eine gewisse Plastizität besitzen und je nach dem Standort isolateralen (Sonnenpflanzen) oder dorsiventralen (Schattenpflanzen) Blattbau zeigen. Ebenso sind die unteren Stengelblätter mancher Pflanzen dorsiventral, die höheren isolateral gebaut. In den meisten Fällen läßt sich der isolaterale Bau als durch Anpassung an besondere Standortsbedingungen aus dem dorsiventralen hervorgegangen erkennen. —

Von besonderem Interesse sind die Blättchen von *Linum tenuifolium*, einer Pflanze, welche in den Rheingegenden und Süddeutschland auf magerem, steinigem Boden vorkommt. Die Blätter dieser Pflanze sind nicht streng isolateral; es findet sich zwar beiderseits Palissadenparenchym, aber entgegen der sonstigen Regel ist jenes der Oberseite mit mehr Zellzwischenräumen versehen als das der Unterseite und es führt auch nur die Blattoberseite Spaltöffnungen. Wir haben es also in dem Falle mit einer umgekehrten Dorsiventralität zu thun (die physiologische Oberseite ist nun unten, die Unterseite oben). Die Lage dieser Blätter ist aber trotzdem eine stark aufgerichtete, was darauf hinweist, daß für diese Stellung vor allem das Assimilationsgewebe maßgebend ist. Die Verlegung der Spaltöffnungen auf die Blattoberseite ist ohne Zweifel eine Anpassung an die starke Wärmestrahlung des Bodens und es ist interessant, an einer Pflanze der deutschen Flora die gleiche Anpassung aufzufinden, welche für die Kappflanzen *Passerina filiformis* und *P. ericoides* schon bekannt war.

Im theoretischen Teil des III. Abschnittes sucht der Verf. an besonders instruktiven Beispielen nachzuweisen, daß die Orientierung der Palissaden im Blattgewebe in erster Linie von dem Prinzipe der Stoffleitung beherrscht wird, wie dies vorher schon Haberlandt behauptet hat.

Auf die Gestaltung des Blattes sei das Licht vom größten Einfluß; doch denkt der Verfasser nicht etwa, daß das Licht direkt die Form der assimilierenden Zellen bestimme, sondern er erblickt im Lichte »ledig-

lich den anregenden Faktor, der zu einer immer vollkommeneren Gestaltung des Assimilationsgewebes führt. Da sich die Palissadenform als eine in hohem Grade für die Assimilation vorteilhafte ergeben hat, die in der höchst organisierten Klasse der Dikotylen nahezu allgemein ist, so müssen wir diese Zellform gleichsam als höchste Vervollkommnungsstufe assimilierender Zellen ansehen«.

Die hereditäre Disposition sei für den Bau der Assimilationsorgane von großer Bedeutung und Änderungen in der Form der assimilierenden Zellen gingen meist sehr langsam vor sich. Nur einzelne Pflanzen haben eine gewisse erworbene Plastizität, der zufolge sich das Assimilationsparenchym entsprechend dem Standort gestaltet. Viele Pflanzen, welche auf schattigem Standorte dorsiventral gebaute Blätter haben, da es hier eben vorteilhafter ist, eine Blattseite in die günstige Lichtlage zu versetzen und an dieser dann auch die spezifisch assimilatorischen Zellen auszubilden, werden auf sonnigem Standorte isolaterale Blätter aufweisen. Die Isolateralität ist aber in diesem Fall eine latent schon vorhandene, erworbene Eigenschaft, die zur vollen Ausbildung nur der Anregung entsprechender Lichtmengen bedarf. In anderen Fällen ist die Isolateralität hereditär so gefestigt, daß sie eventuell auch ohne die entsprechenden Beleuchtungsbedingungen doch zum Durchbruche gelangt.

Der IV. Teil behandelt noch speziell die biologischen Vorteile, welche ein isolateraler Blattbau gewähren soll. Verf. zeigt zunächst, daß die Isolateralität der Blätter eine Anpassung an starke Insolation ist. Mit der Insolation sei meist auch Trockenheit der Standorte gepaart, aber diese sei ein sekundäres Moment; denn manche unserer Sumpfpflanzen zeigen Anklänge an isolateralen Blattbau, und zwei nordamerikanische Kompositen, die den Standortsangaben und dem anatomischen Baue nach entschieden feuchte Lokalitäten bewohnen, haben isolaterale Blätter.

Als Zweck des isolateralen Blattbaues wird in der Regel Schutz gegen zu intensive Beleuchtung und zu starke Transpiration geltend gemacht. Lezteres scheint dem Verf. wenig wahrscheinlich, da ja wie gesagt auch Bewohner feuchter Lokalitäten isolateralen Blattbau zeigen. Verf. gesteht zu, daß dieser Bau und die damit verbundene Stellung der Blätter in manchen Fällen ein Schutzmittel gegen zu intensive Beleuchtung des Assimilationsgewebes sein möge, doch glaubt er, daß die Lösung der Frage nach der Nützlichkeit eines solchen Blattbaues vor allem in dem auf beiden Blattseiten gleich mächtig ausgebildeten Assimilationsgewebe zu suchen sei, das meist aus der entwickeltsten Form assimilierender Zellen, aus Palissaden bestehe. Auf diese Weise sei das Assimilationsgewebe in den isolateralen Blättern den dorsiventralen gegenüber nahezu verdoppelt und es erscheine deshalb als wahrscheinlich, daß der isolaterale Blattbau eine erhöhte Assimilationsthätigkeit bezwecke, indem die Lichtintensität auf den Standorten der betreffenden Pflanzen so bedeutend ist, daß sie auch bei vertikaler Stellung der Blattspreiten eine energische Assimilationsthätigkeit der assimilierenden Zellen zu unterhalten vermag.

Nach den Beobachtungen des Verfassers haben die an hohe Lichtintensitäten angepaßten Pflanzen mit isolateralem Blattbau einen großen Vorteil im Kampfe um die Existenzbedingungen erreicht. Alle vermögen auch einen schattigen Standort gut zu vertragen und viele vermögen sich im Baue und in der Stellung der Blätter anzupassen, während im Gegensatze nach STAHL typische Schattenpflanzen sonnige Standorte schlecht vertragen und keine unmittelbar dem Individuum eigene Anpassungsfähigkeit erkennen lassen.

Nicht alle isolateralen Blätter haben ein aus Palissadenzellen bestehendes Assimilationsparenchym, sondern es zeigen viele ein tiefer stehendes, aus mehr oder minder isodiametrischen Zellen bestehendes. Die Ursachen dafür sind nach dem Verf. in phylogenetischen, in spezifischen Organisations- und in biologischen Verhältnissen zu suchen. So sei das Vorkommen eines mehr oder minder rundzelligen Assimilationsparenchyms in den isolateralen Blättern mehrerer Santalaceen (*Osyris alba, Thesium*-Arten), ferner bei unsern Mistel-Arten wahrscheinlich in dem partiellen Parasitismus dieser Pflanzen begründet. Solche Pflanzen haben, da sie teilweise durch fremde Arbeit ernährt werden, ihre eigene Ernährungsthätigkeit herabgesetzt und damit fehlt oder sinkt zugleich der Impuls zu einer Vervollkommnung des Assimilationsgewebes im Blatte.

* * *

Jährliche Entfaltung der Pflanzenwelt in Europa.

Es ist bekannt, daß an verschiedenen Orten mit abweichendem Klima die denselben gemeinschaftlichen Pflanzenarten sich zu sehr verschiedenen Zeiten entfalten und daß diese Verschiedenheit der Entfaltung vom Klima bedingt ist. An demselben Orte ist die Entfaltung in jedem Jahre nach der verschiedenen Witterung verschieden, so daß erst die Durchschnitte mehrerer Jahre ein Bild der allgemeinen Einwirkung des lokalen Klimas gewähren. Die Wissenschaft, die sich damit beschäftigt, die Zeit der Entfaltung der Pflanzen in einem Gebiete festzustellen, heißt die Phytophänologie oder auch kurz Phänologie. Aus vielen Teilen Europas liegt nun eine große Summe phänologischer Beobachtungen vor und es haben die Herren Prof. H. HOFFMANN und Dr. EGON IHNE in Gießen sich die mühselige und dankenswerte Aufgabe gestellt, alle diese zerstreuten Beobachtungen zu einem Gesamtbilde über die jährliche Entfaltung der Pflanzenwelt in Europa zu vereinen.

In der »Geschichte der pflanzenphänologischen Beobachtungen in Europa nebst Verzeichnis der Schriften, in welchen dieselben niedergelegt sind« (Gießen 1884) hatte Herr Dr. EGON IHNE uns die vollständige phytophänologische Litteratur geordnet nach den Ländern geliefert.

In dem kürzlich erschienenen Buche »Resultate der wichtigsten pflanzenphänologischen Beobachtungen in Europa nebst einer Frühlingskarte« stellt Herr Prof. H. HOFFMANN das Fazit aller dieser Beobachtungen übersichtlich dar. Sämtliche europäischen Beobachtungsstationen (mit Ausnahme der norwegischen, schwedischen und finnländischen, die

Herr Dr. IHNE gesondert im Anhange bearbeitet hat) werden in alphabetischer Folge behandelt; bei jeder Station ist deren geographische Lage durch Breite, Länge (östlich von Ferro) und Meereshöhe bemerkt und sodann die Blütezeit der an jedem Orte beobachteten Arten aufgeführt und ist ferner für die im April blühenden Arten die Differenz gegen Gießen berechnet.

Das Resultat dieser Zusammenstellung ist auf einer Karte von Europa für die Aprilblüten dargestellt. Die Gebiete, in denen die Aprilblüte früher als in Gießen eintritt, sind von 10 zu 10 Tagen Verfrühung durch verschiedene Nüancierungen und Strichelungen von rot, die Zonen, in denen die Aprilblüte später als in Gießen eintritt, sind von 10 zu 10 Tagen Verspätung durch verschiedene Nüancierungen und Strichelungen von grün bezeichnet. Diese Karte läßt sofort schöne Thatsachen erkennen, wie z. B. die auffallende Verfrühung im Rheinthale und Donauthale; daß im Westen (infolge des als Seeklima kurz zu bezeichnenden Einflusses des Meeres auf das Klima) die Zonen gleichzeitiger Entwickelung weiter nach Norden hinaufreichen; ferner den fördernden Einfluß des Golfstromes auf Irland, den retardierenden Einfluß der Gebirge u. s. w. Diese Karte mit der Anführung der ihr zu grunde liegenden Thatsachen ist als ein wichtiger Fortschritt unserer Kenntnis über die Entwickelung der europäischen Pflanzenwelt freudig zu begrüßen.

In der Einleitung seines Werkes setzt der Verf. ausführlich die beste allgemeine Methode zur Anstellung phytophänologischer Beobachtungen auseinander, erörtert deren Wert, zeigt anschaulich an den von ihm in Gießen angestellten Beobachtungen, wie sich der Durchschnitt mit der Summe der Beobachtungsjahre immer mehr dem wahren Mittel der Blütezeit annähert, und gibt ein Schema für phänologische Beobachtungen, in welchem die am allgemeinsten verbreiteten Arten und deren charakteristischste Entwickelungsmomente ausgesucht und nach der Reihenfolge ihres Eintritts im Jahre aufgeführt sind. Es wäre recht sehr zu wünschen, daß die Zeit der Entwickelungsmomente dieser weit verbreiteten Arten an möglichst vielen Orten recht genau beobachtet würde.

Außerdem gibt er daselbst noch eine Zusammenstellung der wichtigsten allgemeinen Resultate, von denen außer den schon oben für die Frühlingskarte angegebenen noch folgende besonders hervorzuheben sind. Infolge des wärmeren Kontinentalsommers treten im Gegensatze zu den Frühlingsblüten die Sommerblüten im Osten verfrüht gegen Gießen, dagegen infolge des feuchteren Küstensommers im Westen verspätet gegen Gießen auf. Ferner sind im mittleren Hochgebirge die Frühlingsblüten verspätet, die Sommerblüten dagegen fast gleichzeitig mit Gießen. Der Zeitraum zwischen dem Aufblühen und der Fruchtreife ist im hohen Norden kürzer als in Mitteleuropa, was sich aus der größeren Tageslänge (längere Wärmezufuhr und Beleuchtung) erklärt. Die Verspätung um 32—60 Tage nach Gießen tritt im hohen Norden noch ein, fehlt aber in den hohen Alpen, weil bei solcher Verzögerung im hohen Norden durch die langen Tage noch Fruchtreife der Frühlingsblüher (z. B. *Prunus Padus* L. und *Ribes rubrum*) ermöglicht wird, während diese Kompensation in der Hochschweiz wegfällt.

Als nächste Aufgaben für phänologische Beobachtungen werden vom Verf. namentlich folgende bezeichnet: Generalkarten für die Entwickelung einzelner Arten, wie sie z. B. Egon Ihne für die Aufblühzeit von *Syringa vulgaris* geliefert hat (Botan. Zentralbl. XXI No. 3, 1885); es wären hier sehr wünschenswert Generalkarten von in verschiedenen Jahreszeiten aufblühenden Arten, die das verschiedene Verhalten der Frühlingsblüher, Sommerblüher u. s. w. besonders gut und deutlich illustrierten; es wären auch nach der Meinung des Ref. sehr wünschenswert Generalkarten für die verschiedenen Entwickelungsphasen derselben Art, die den verschiedenen fördernden oder retardierenden Einfluß des Klimas in den verschiedenen Jahreszeiten recht anschaulich machten; ferner Spezialkarten für einzelne Gegenden, wie sie z. B. J. Ziegler für Frankfurt a. M. geliefert hat (Berichte der Senckenberg'schen naturf. Gesellsch. in Frankfurt a. M. 1882—83), wodurch namentlich der Einfluß des verschiedenen Terrains recht deutlich hervortritt; ferner die Ausdehnung des Beobachtungsgebietes, da ein großer Teil von Europa, namentlich im Süden, phänologisch noch unbekannt ist; endlich die Untersuchung der Akkommodationsfähigkeit der Pflanze durch Untersuchung des Einflusses, den die Verpflanzung aus dem Hochgebirge in die Niederung, aus Süd nach Nord, von Ost nach West und umgekehrt auf die Zeit des Eintritts der einzelnen Phasen hat, wie solche Untersuchungen schon für das von Norden nach Süden verpflanzte Getreide vorliegen, wo sich gezeigt hat, daß schon nach sehr wenigen Generationen jede Spur der schnelleren Reifungszeit des nordischen Getreides im Süden völlig geschwunden ist, daß also die schnelle Reifungszeit im Norden fast nur ein unmittelbarer Effekt der in den längeren Tagen mehr empfangenen Wärme und Licht ist (nicht aus der Natur einer besonderen Rasse resultiert).

Was bewirkt nun in dem verschiedenen Klima die verschiedenzeitige Entfaltung? Nach Analogie aller Erscheinungen müssen wir annehmen, daß dem Eintritt einer bestimmten Entwickelungsphase eine bestimmte Summe anregender Kraft entspricht. Diese anregende Kraft ist hauptsächlich die Wärme, zu der sich Licht, Feuchtigkeit (Niederschläge) etc. in für jede Art verschieden fördernder Weise gesellen. Man hat nun häufig nach Analogie der meteorologischen Beobachtungen die Schattentemperaturen gemessen; aber Prof. H. Hoffmann hat immer mit Recht darauf bestanden, daß die Pflanze meistens weit mehr Wärme empfängt und man weit näher der von der Pflanze wirklich empfangenen und verarbeiteten Wärme kommt, wenn man die täglichen Maxima des Thermometers im Sonnenschein, d. h. in der Insolation der Sonne notiert und addiert, mit anderen Worten, daß die Summe der Insolationstemperaturen ein weit getreueres Bild der von der Pflanze aufgenommenen wirksamen Wärme gibt. Er geht nun vom ersten Januar als dem Zustande der tiefsten Winterruhe aus und addiert die Summe der täglichen Insolationstemperaturen bis zum Eintritte der bestimmten Phase einer bestimmten Art und nennt diese Summe die thermische Vegetationskonstante dieser bestimmten Entwickelungsphase der Art. Er hatte nun gefunden, daß bei Gießen in den verschiedenen Jahren je nach dem Witterungsgange selbstverständlich, wie schon oben angegeben, an

verschiedenen Daten die bestimmte Entwickelungsphase einer Art eintritt, daß aber diese Summe der aufgelaufenen Insolationstemperaturen, eben die thermische Vegetationskonstante, von Jahr zu Jahr für jede Pflanzenart nahezu gleich bleibt. Eine schöne Erhärtung für die Richtigkeit dieser Anschauung hat HOFFMANN jüngst in KÖPPEN's Zeitschrift für Meteorologie 1884 S. 406 mitgeteilt. Er hatte an Prof. TH. M. FRIES in Upsala Ende 1883 einen der von ihm seither benutzten, genau verglichenen Thermometer geschickt und denselben veranlaßt, die tägliche Insolationstemperatur zu notieren und die Aufblühzeit derselben Arten, die er in Gießen beobachtete, in Upsala zu beobachten. Es ergab sich

1884	Upsala nördl. Breite 59°50		Gießen nördl. Breite 50°35	
erste Blüte	Datum	Insolationssumme	Datum	Insolationssumme
Betula alba	20/V	1142° R.	7/IV	1187° R.
Crataegus oxyacantha	19/VI	1679 ,,	7/V	1673 ,,
Lonicera alpigena	21/V	1160 ,,	14/IV	1308 ,,
,, *tatarica*	9/VI	1469 ,,	1/V	1530 ,,
Prenanthes purpurea	20/VII	2412 ,,	15/VII	3467 ,,
Prunus avium	22/V	1168 ,,	5/IV	1136 ,,
,, *Padus*	30/V	1298 ,,	12/IV	1279 ,,
Ribes aureum	21/V	1160 ,,	5/IV	1136 ,,
Rosa alpina	3/VII	1957 ,,	14/V	1880 ,,
Syringa vulgaris	14/VI	1580 ,,	30/IV	1550 ,,

Mit Ausnahme von *Prenanthes*, von der expreß bemerkt wird, daß sie in Upsala an einem ungünstigen Platze gestanden habe, ergibt sich hier eine so schöne Übereinstimmung, wie man sie in biologischen Fragen nur irgend erwarten kann. HOFFMANN wünscht deshalb lebhaft, daß die Frage der thermischen Vegetationskonstanten noch an recht vielen anderen Orten, namentlich auch im Hochgebirge geprüft werde.

Referent kann diese Besprechung nicht schließen, ohne den lebhaften Wunsch auszusprechen, daß die Bestrebungen der Herren Prof. H. HOFFMANN und Dr. EGON IHNE recht vielen Anklang namentlich in Europa finden und daselbst recht zahlreiche genaue Beobachtungen veranlassen möchten.

Berlin. P. MAGNUS.

Biologie.

Das Verhalten der Spinnen zu einigen Waldkrankheiten.

Es gibt Waldkrankheiten, deren Verwüstungen unheilvolle Dimensionen annehmen können, ja den völligen Ruin ausgedehnter Waldbestände herbeiführen. Unter den krankmachenden Ursachen spielen die kleinen Organismen die größte Rolle und führen uns die Macht des Kleinen vor Augen. Durch Massenwirkung erzielen sie oft die größten Verheerungen.

Es ist längst bekannt, daß das zahlreiche und mächtige Heer der kleineren Insekten in dieser Hinsicht obenan steht. Die Invasion wird um so fühlbarer, als gewisse Arten eine ungewöhnlich starke Vermehrungsfähigkeit besitzen, so daß von den Angriffsstellen aus eine durch Insekten veranlaßte Infektion sich rasch ausdehnt. Diese Schädlinge müßten jedoch an ihrer eigenen Macht zu Grunde gehen, wenn nicht die Natur selbst der übermäßigen Ausbreitung einen Damm entgegensetzte. Es mag z. B. an *Lecanium racemosum* unserer Fichten erinnert werden. Tritt diese den Schildläusen zugehörige Art einmal wirklich häufig auf, so bringt sie die Nährpflanze rasch herunter. Trotzdem sie aber jährlich gegen 2000 Nachkommen erzeugt, so kommt sie in der Regel doch nur in vereinzelten Exemplaren vor, ein Beweis, wie stark die Brut durch natürliche Einflüsse dezimiert wird.

Verschiedene Faktoren stellen das Gleichgewicht im Waldgebiete wieder her. Da sind zunächst klimatische Einwirkungen, welche einer übergroßen Vermehrung entgegentreten. Dann sind es die insektenfressenden Vögel, welche sowohl unter den Borkeninsekten wie unter den Blattinsekten aufräumen. Noch wirksamer mögen die zahlreichen Raubinsekten sein, welche wenigstens an der Oberfläche der Waldbäume Nutzen stiften. Die Wirksamkeit der zahlreichen Schlupfwespen darf ebenfalls nicht unterschätzt werden.

Es schien mir jedoch seit längerer Zeit, daß damit noch keineswegs alle jene Faktoren erschöpft seien, welche bei der Erhaltung unseres Waldes als natürliche Polizei mitwirken. Ich bin nunmehr in der Lage, einen neuen und vielleicht den wirksamsten Faktor hinzufügen zu können. Unlängst habe ich in dieser Zeitschrift (Bd. XIII, S. 472) eine Mitteilung veröffentlicht über die Rolle, welche gewisse Afterspinnen oder Phalangiden im Fichtenwalde spielen. Jene Beobachtungen konnte ich seither wiederholen, und gleichzeitig wurde ich auf die allgemeinere Bedeutung der gesamten Spinnenklasse in forstlicher Hinsicht geführt. Dieselbe ist viel größer, als ich anfänglich zu vermuten wagte; die bisher erlangten Resultate sind kürzlich im 2. Bande des »Recueil zoologique suisse« eingehender veröffentlicht worden. Ich gebe sie hier im Auszuge.

Wenn gewisse Arachniden von den im Zerfall begriffenen Stoffen leben, gewisse Milben an dem Saft lebender Blätter und Stengel zehren, so nährt sich doch das Hauptkontingent der Spinnen von animalischer Kost. Insbesondere sind die echten Spinnen auf Insektennahrung angewiesen. Die harten Chitingebilde werden nicht verzehrt, sondern lediglich die flüssigen Inhaltsmassen aufgesogen, auch scheinen die meisten Spinnen eine große Liebhaberei für Insekteneier zu besitzen.

Es läßt sich nun an der Hand von Ziffern der Nachweis führen, daß das Heer der Spinnen höchst wirksam in die Ökonomie des Waldes eingreift und bei den allergewöhnlichsten Waldkrankheiten, deren Ursache auf Insekten zurückzuführen ist, einen Infektionsherd eindämmt oder gar beseitigt. Diesen Satz kann ich, soweit meine Beobachtungen reichen, jedoch nur für diejenigen Fälle verantworten, wo die Erkrankungen an der Oberfläche liegen, also vorwiegend das Blätterwerk, die Rinde und die Benadelung ergreifen.

Wenn auch der Charakter der Spinnen vorwiegend ein lichtscheuer ist und die Arbeit dieser Tiere sich mehr im Dunkeln entfaltet, so kann doch bei genauerer Beobachtung zunächst die Thatsache unschwer festgestellt werden, daß die Spinnen sich rasch in großer Zahl da einstellen, wo ein durch Insekten verursachter Infektionsherd besteht. Das Eintreffen der Spinnen ist eben eine Folgeerscheinung von dem Auftreten der Insekten.

Die genaue Bestätigung der vermuteten Thätigkeit kann auf doppelte Weise erfolgen: einmal durch Untersuchung des Darminhaltes frisch eingefangener Exemplare, anderseits durch Fütterungsversuche in der Gefangenschaft. Die Resultate, die sich mir ergaben, lauten durchaus positiv, wie an dem Beispiel einiger der häufigsten Waldkrankheiten gezeigt werden soll.

Eine sehr gewöhnliche Erscheinung in jüngeren Fichtenbeständen und auch an vereinzelten Fichtenexemplaren besteht in einer zapfenartigen Verbildung der im Frühjahr aufbrechenden Knospen. Statt eines Triebes entsteht eine ananasähnliche Galle mit zahlreichen Zellen, welche später aufspringen. Diese Erscheinung war schon dem Botaniker Clusius bekannt, welcher sie im Jahre 1583 genauer beschrieb. Linné hatte durch Beobachtungen festgestellt, daß diese Gallen durch ein Insekt verursacht werden, dem er den Namen *Chermes abietis* gab. Der Forstmann weiß längst, daß diese den Blattläusen nahe verwandte Form jüngere Fichten stark verbildet und sie zuweilen völlig ruiniert. Wie Kaltenbach und Ratzeburg fast gleichzeitig mitteilen, müssen zwei gallenbildende Arten unterschieden werden, der etwas trägere und lichtscheue *Chermes coccineus* und der im geflügelten Zustande weit beweglichere *Ch. viridis*. Wie Ratzeburg vermutete und ich zuerst mit Bestimmtheit nachgewiesen habe, erzeugt jener im Verlaufe des Sommers zwei gallenbildende und geflügelte Generationen, *Ch. viridis* dagegen nur eine.

Die rote Fichtenrindenlaus entwickelt sich im Frühjahr verhältnismäßig rasch, so daß bei günstiger Witterung in der zweiten Hälfte des Mai, in der Regel jedoch erst im Anfang des Juni die Gallen aufspringen. Um diese Zeit sind dann die Fichtenzweige auf ihrer Unterseite dicht mit Chermesfliegen bedeckt. Dann wird man stets eine reiche Ausbeute an Spinnen machen.

Wie ich schon früher mitgeteilt, stellen sich die langbeinigen Afterspinnen mit einer überraschenden Pünktlichkeit ein. An dem Vernichtungswerk nehmen aber auch zahlreiche echte Spinnen Anteil. Um diese Zeit lässt sich die räuberische Streckerspinne (*Tetragnatha extensa*) zu Dutzenden einfangen. Oft erwischt man sie noch mit der Beute zwischen den gezähnten Kiefern.

Nie fehlen die emsigen Kleinspinnen (*Micryphantes rubripes*), verschiedene *Theridium*-Arten und Krabbenspinnen (*Xysticus*). Auch *Clubiona holosericea*, welche nebenbei den ganzen Sommer hindurch den Blattläusen nachgeht und besonders in Hopfenfeldern mit *Aphis humuli* stark aufräumt, ist um diese Zeit regelmäßig auf infizierten Fichten anzutreffen.

Fast alle diese Arten leben von den Eimassen, welche teils abgesucht, teils aus den Chermesfliegen ausgepreßt werden.

Ein Fall war mir von besonderem Interesse. Eine isoliert stehende Fichte von 4 m Höhe, welche ich längere Zeit hindurch beobachtete, war mit etwa 150 Gallen von *Chermes coccineus* bedeckt. Im Mai waren nur wenige Spinnen anzutreffen, mit Eröffnung der Gallen aber zu Anfang Juni (1884) erfolgte eine fast plötzliche Invasion der Spinnen. An einem einzigen Tage hatten sich ungefähr 300 Stück der verschiedenen Gattungen eingefunden. Nach Versuchen, welche ich vornahm, ist es sicher nicht zu hoch gegriffen, wenn man annimmt, daß jede Spinne pro Tag 10 Chermesweibchen vernichtet. Die Spinnen können bekanntlich ziemlich lange hungern, entwickeln aber unter Umständen eine bedeutende Gefräßigkeit. Täglich konnten ihnen also etwa 3000 Insekten zum Opfer fallen.

Durchschnittlich liefert eine Galle nicht mehr als 200 Chermesfliegen, das obenerwähnte Fichtenexemplar lieferte also zu Anfang Juni etwa 30 000 Stück, welche aber schon im Verlauf von 10 Tagen völlig vernichtet und daher an der Fortpflanzung verhindert werden konnten.

Auf einem Hektar stehen durchschnittlich 4000 Stämme dreißigjähriger Fichten; mäßig geschätzt kann bei einer stärkeren Infektion mit *Chermes* jedes Exemplar 30—40 Spinnen beherbergen, welche ein Minimalgewicht von einem halben Gramm besitzen. Auf einen Hektar fallen also etwa 2 kg Spinnen und auf eine Waldfläche von 1000 ha 20 metrische Zentner oder 40 gewöhnliche Zentner. Es ist klar, daß ein solches Quantum Spinnen eine bei weitem größere Wirksamkeit entfalten müßte als die auf dem gleichen Waldgebiete lebenden insektenfressenden Vögel.

Daß Chermesschädigungen in der von mir angenommenen Ausdehnung in Wirklichkeit vorkommen, beweisen die Erscheinungen der jüngsten Zeit in den Waldgebieten Frankreichs.

Bei der grünen Fichtenrindenlaus (*Ch. viridis*) finden sich entsprechend der abweichenden Lebensweise andere Arten ein. Die bedeutend größeren Gallen öffnen sich erst um die Mitte August, das geflügelte Insekt ist weit mehr dem Lichte zugethan als die vorige Art und demgemäß erscheinen als natürliche Feinde die lichtliebenden Spinnenarten. Es ist eines der merkwürdigsten Anpassungsverhältnisse, daß letztere sich wenige Tage vorher einstellen und ihre Vorbereitungen treffen, kurz bevor die Chermesfliegen ihre Gallen verlassen.

Eine jüngere Fichtenpflanzung fällt uns den ganzen Sommer hindurch durch ihre Sauberkeit angenehm auf, nur selten wird man Spinnengewebe beobachten. Sobald aber der August da ist, wird von den Spinnen eine ungewöhnliche Rührigkeit entfaltet. Besonders thätig ist die Bergweberspinne (*Linyphia montana*), welche mit ihrem Netz die größten Gallen einspinnt und auf dem Bodengespinst ruhig den Chermesflug abwartet. Ganz ähnlich verhält sich eine oft in Gesellschaft lebende *Theridium*-Art (*Th. varians*). Die Kreuzspinne legt ihr radförmiges Gespinst an, um abzufangen, was den vorhin genannten Chermesfeinden entwischen konnte. Sie tritt der aktiven Ausbreitung in wirksamer Weise entgegen. In unseren Anlagen verlegt sich auch die Labyrinthspinne (*Agalena labyrinthica*) stark auf den Chermesfang.

Die Lärche ist zuweilen einer Chermesart (*Ch. laricis*) ausgesetzt, welche zwar keine Gallen bildet, aber die Nadeln verkrümmt und zum Absterben bringt. Solche Bäume sehen dann schon auf größere Entfernung wie weiß bepudert aus. Der Feind ist nicht so harmlos, wie er gewöhnlich geschildert wird: in einem mir zur Verfügung stehenden Versuchsgarten gingen mir 3 jüngere Lärchen an *Ch. laricis* zu Grunde. Nach einiger Zeit verschwindet jedoch die Infektion und größere Bäume erholen sich wieder. Man kann sich unschwer überzeugen, daß dies erfolgt, sobald die Spinnen zahlreicher auftreten. Kleinere Linyphien, Theridien und Clubionen siedeln sich im Nadelwerk an und holen die Pflanzenläuse weg.

In sehr wirksamer Weise arbeiten die Spinnen der Ausbreitung der Schildläuse entgegen. Die bekannte Fichtenquirl-Schildlaus zeigt eine starke Vermehrung. Dennoch trifft man sie auf unseren Fichten nur vereinzelt; in geschlossenen Beständen treten nur ausnahmsweise ausgedehntere Erkrankungen auf, doch sind solche in den sechziger Jahren im Rossauer und Dittersdorfer Revier bekannt geworden. Einzelstehende Fichten sind dem Insekt stärker ausgesetzt und solche Exemplare sind dann an den jüngeren Trieben mit dichten Quirlen brauner Blasen bedeckt. Man wird im Anfang Mai leicht darauf aufmerksam, weil die Bienen solche Bäume umschwärmen, um den von den Schildlausweibchen ausgeschiedenen zuckerhaltigen Saft einzusammeln.

Auf den befallenen Fichten sind die Spinnen vom Frühjahr bis zum Herbst unausgesetzt thätig. Ich fand vorwiegend eine rote Art mit blauschwarzem Hinterleib (*Micryphantes rubripes*), welche in den Astwinkeln Netze anlegt und die Schildläuse wegholt. Die Chitinreste beobachtete ich zuweilen in großer Zahl. Zwei Weibchen, die ich gefangen hielt, begannen rasch ihre Netze anzulegen und verzehrten mir in sechs Tagen 300 Schildlauseier und Larven. Diese Spinnen erzeugen an den Fichtenzweigen jenen längst bekannten schwarzen und klebrigen Überzug, den man bisher für Ausschwitzungen der Schildläuse hielt. Er entsteht einfach dadurch, daß die Spinnen mit ihren Exkrementen die Nadeln und Zweige beschmieren und dann Staub und Schmutz festkitten.

Nicht allein im Nadelholzwalde, sondern auch im Laubholze stiften unsere Spinnen Nutzen. Abgesehen davon, daß sie mit ihren Netzen oft das Anfliegen und damit auch die Eierablage von schädlichen Wicklern und Spannern verhindern, gehen sie auch vielen schädlichen Rüßlern, namentlich den Gattungen *Phyllobius*, *Polydrosus* und *Metallites* scharf zu Leibe. Da ich die eingefangenen Gattungen (*Thomisus*, *Clubiona*, *Micryphantes* und *Tetragnatha*) mit Eierresten vollgestopft fand, so vermute ich, daß sie es vorwiegend auf die abgelegten Insekteneier abgesehen haben.

Anhangsweise mag noch erwähnt werden, daß die Spinnen auch mit Erfolg einen in jüngster Zeit vielgenannten Feind des Apfelbaumes, die Blutlaus (*Schizoneura lanigera*) bekämpfen. *Theridium* sah ich direkt die Kolonien der Blutläuse angreifen, sobald die älteren Tiere ihre Wolle etwas abgestreift hatten, und die Kreuzspinnen legen im Herbst, wenn die geflügelte Generation auftritt, ihre Netze zwischen den Ästen der Apfelbäume an und fangen die geflügelten Läuse ab. In jüngster Zeit

sah ich auch Milbenlarven an den Blutlausherden auftreten; welche Rolle diese gegenüber den Blutläusen spielen, muß ich erst durch fortgesetzte Beobachtungen endgültig feststellen.

Zürich. Dr. C. Keller.

Meteorologie.

Die Sauerstoff-Schwankungen und die Kohlensäure der Atmosphäre.

I. Die Sauerstoff-Schwankungen.

Es sind gegenwärtig 111 Jahre, daß die ersten Versuche gemacht wurden, die atmosphärische Luft zu analysieren. In demselben Jahre 1774, als von Priestley und Scheele zugleich das Sauerstoffgas in seinen Eigentümlichkeiten erkannt worden war, sprach es letzterer bestimmt aus, daß die Luft zum vierten Teile aus diesem Gase, zu $^3/_4$ aus einem anderen, dem später der Name Stickstoff gegeben wurde, zusammengesetzt sei. Bei der hohen Bedeutung des Sauerstoffs für unseren Atmungsprozeß, die man rasch begriffen hatte, darf es nicht wunder nehmen, daß sich derjenige Zweig der analytischen Chemie, der sich mit der Prüfung der Luft auf ihren Sauerstoffgehalt beschäftigt, die Luftgütemessung oder Eudiometrie, auffällig schnell entwickelte. Durch die verschiedensten leicht oxydierbaren Substanzen, wie Schwefelkalium, Schwefelcalcium, Stickoxydgas, Phosphor, glühenden Kupferdraht, glühendes Eisen u. dergl. entzog man der gewöhnlichen oder der kohlensäurefreien Luft den Sauerstoff und berechnete aus der dadurch entstandenen Volumenverminderung den prozentalen Anteil des letzteren im Luftgemische. Auch der elektrische Funke wurde benutzt, indem man der Luft ein bestimmtes Quantum Wasserstoff beimischte und durch ihn den Sauerstoff mit dem Wasserstoff zur chemischen Verbindung brachte.

Die Analysen führten aber nicht sogleich zur richtigen Erkenntnis der Luftzusammensetzung. Fontana und Landriani kommen 1775 zu der Meinung, daß die Luft, je nach ihrer gesunden oder ungesunden Beschaffenheit, in ihrem Sauerstoffgehalte veränderlich sei. H. B. de Saussure erklärt 1778 den Sauerstoffgehalt der Luft auf den Bergen für geringer als in den Niederungen. Erst de Marty bekommt durch seine Untersuchungen, 1790 in Katalonien ausgeführt, die Überzeugung, daß der Sauerstoffgehalt der Luft konstant derselbe bleibe, und ebenso sprechen sich 1800 Davy, 1804 Dalton und 1805 Gay-Lussac und Al. von Humboldt aus. Die große Autorität besonders der letzteren beiden ließ an der Konstanz der Luftzusammensetzung, wenigstens in den Hauptbestandteilen derselben, in Stickstoff und Sauerstoff, kaum noch Zweifel bestehen, die aber doch erst vollständig gehoben wurden, als Boussingault und Dumas durch ihre genauen eudiometrischen Versuche zwischen dem 27. April und 22. September 1841 in Paris, bei welchen die Fehler der Analyse auf weniger als $\frac{1}{1000}$ des Gesamtgehaltes verringert waren, nur

ein Schwanken des Sauerstoffgehalts zwischen 22,89 und 23,08 % in Gewichtsteilen, und Boussingault allein in verschiedenen Höhen Südamerikas ein solches zwischen 20,65 und 20,77 % des Gesamtvolumens gefunden hatten.

Die hier noch wahrgenommenen kleinen Schwankungen, die über die Fehlergrenze nur wenig hinausgingen, ließen sich ja leicht als durch lokale Einflüsse bedingt erklären, deren viele denkbar sind; in der Beurteilung der Frage nach der Zusammensetzung des Luftozeans im allgemeinen schienen sie keine Rolle zu spielen. Es war nun nur eine Konsequenz des Glaubens an die Unveränderlichkeit des Luftgemisches, wenn man den spezifischen Gewichten der Gase das der Luft als Einheit zu Grunde legte.

Nur eine gewichtige Stimme wurde dagegen laut. Regnault war auf anderem Wege an die Luftuntersuchung herangetreten. Er hatte das Gewicht der atmosphärischen Luft, das des Stickstoffs und das des Sauerstoffs ermittelt und durch Benutzung der gefundenen Werte den Sauerstoffgehalt der Luft auf 21,32 % berechnet, das ist auf etwa ½ % mehr, als die Analysen Dumas' und Boussingault's ergeben hatten. Seine Stimme aber wurde bei dem allgemeinen Bedürfnis nach Gleichmäßigkeit und Ordnung in der Natur überhört.

So blieb denn der Glaube an die Luftkonstanz zunächst noch und zwar bis in die Mitte der siebziger Jahre des gegenwärtigen Jahrhunderts unerschüttert. Da aber waren es wieder Luftwägungen, die zu anderen Resultaten führten und die schon für erledigt gehaltene Frage aufs neue in Anregung brachten.

1875 und 76 fand Phil. v. Jolly in München Abweichungen im Gewicht eines Liters Luft bis zu einem Milligramm. Bei der ausgezeichneten Konstruktion seiner mit Spiegelablesung versehenen Wagen, die bei einer Maximalbelastung von 1 kg mit einmaliger Wägung schon eine Genauigkeit von 0,05 mg erzielten, konnte die Verschiedenheit der Luftschwere nicht anderswo als in der Luftzusammensetzung gesucht werden. Die von ihm im Jahre 1877 zur Kontrolle auf eudiometrischem Wege ausgeführten Luftanalysen bestätigten denn auch vollständig die durch die Wägungen gefundenen Werte. Nach ihnen schwankte der Sauerstoffgehalt zwischen 20,53 und 21,01 %, während er sich nach den Wägungen zwischen 20,47 und 20,96 % bewegte[1].

Diese nach den früheren Analysen so unerwarteten Resultate veranlaßten bald andere, sich eingehend mit dieser Angelegenheit zu beschäftigen.

Der nächste, der sich der schwierigen Aufgabe unterzog, längere Zeit hindurch genaue Luftanalysen auszuführen, war der Amerikaner Edward W. Morley. Zu Hudson im Staate Ohio untersuchte er vom 1. Januar 1880 bis 2. April 1881, also 5/4 Jahre hindurch, täglich zweimal die Luftzusammensetzung und kam zu etwa denselben Resultaten wie v. Jolly[2].

---

[1] Abhandlungen der k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Kl. XIII. Bd. II. Abt., und Annalen der Physik u. Chemie. N. F. VI, S. 520.

[2] Der Naturforscher v. Sklarek. 15. Jahrg., S. 71.

Die neueste Arbeit aber auf diesem Gebiete ist die des Prof. Walther Hempel in Dresden. Schon im Jahre 1877 war derselbe, ohne von den v. Jolly'schen Untersuchungen zu wissen, auf den wechselnden Sauerstoffgehalt der Luft aufmerksam geworden, hatte aber, der herrschenden Meinung nachgebend, die Werte für unmöglich gehalten und einen Versuchsfehler in der Methode vermutet. Nachdem es ihm nun gelungen war, einen neuen Apparat zur Gasanalyse herzustellen, bei welchem die Sauerstoffabsorption immer gleicher Luftvolumina unter demselben Drucke und bei derselben Temperatur durch pyrogallussaures Kali vorgenommen wird und der bei sorgfältiger Handhabung eine Genauigkeit bis zu etwa 0,02 % erreichen läßt und ein so schnelles Arbeiten gestattet, daß wenig mehr als 40 Minuten zur Ausführung zweier Analysen erforderlich sind (Hempel hält zur größeren Sicherheit für nötig, jeder Analyse eine andere zur Kontrolle folgen zu lassen), nahm er zunächst die Arbeit am 22. Juli 1883 wieder auf und führte sie 9 Tage hintereinander durch, um die Dresdener Luft mit den Luftproben in Vergleich bringen zu können, die Prof. E. Hagen in derselben Zeit auf einer Reise von Liverpool nach New York sammelte. Vom 12. Oktober bis 24. Dezember 1884 ist dann eine neue Versuchsreihe ausgeführt worden. Seine sonstigen sehr zahlreichen Messungen hat er nicht veröffentlicht, weil wegen Mangels des Kontrollversuchs Bedenken gegen die Zuverlässigkeit erhoben werden könnten.

Die gewonnenen Resultate bestätigen die Schwankungen innerhalb der Grenzen, wie sie v. Jolly angegeben hat. Die Abweichungen zwischen Dresdener und ozeanischer Luft überschreiten nicht $^1/_{10}$ %[1].

Ob der Sauerstoffgehalt noch größerer Schwankungen fähig ist, als diese drei Analytiker gefunden haben, ist eine Frage, die nur durch weiter fortgesetzte Messungen beantwortet werden kann. Die Wahrnehmungen, die Macagno bei Palermo gemacht haben will, deuten darauf hin, daß noch ganz andere Abweichungen erwartet werden können. Er gibt an, daß er bei Südwestwinden den Sauerstoffgehalt außergewöhnlich niedrig, sogar 0,8 % geringer, als der mittlere Durchschnitt beträgt, gefunden habe.

Die Frage nach den Ursachen der Schwankungen ist von denselben Forschern, die ihre Größe zu konstatieren suchten, zugleich mit in Angriff genommen worden, und außer ihnen hat sich noch Prof. Ch. A. Vogler in Bonn ihr zugewandt.

Hempel möchte als mögliche Ursachen kosmische und terrestrische Vorgänge bezeichnen. Die wichtigste terrestrische Ursache sieht er in der Eigenschaft des Wassers, unter gleichen Verhältnissen mehr Sauerstoff als Stickstoff zu absorbieren. Jede Schwankung des Druckes oder der Temperatur muß an Orten, wo Luft und Wasser miteinander in Berührung kommen, Schwankungen des Sauerstoffgehalts bedingen. Die ungeheuren Wassermassen des Meeres, der Flüsse und der Wolken werden daher im stande sein, einen grossen Einfluß auf die Zusammensetzung der Luft auszuüben. Der im hohen Norden vom Wasser absorbierte

[1] Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin, 1885. Bd. XVIII.

Sauerstoff wird bei der langsamen Bewegung des Meeres nach dem Äquator hin teilweise wieder abgegeben werden. Eine aus Regionen geringen Druckes sich zur Erde senkende Wolke wird während dieses Niederganges Sauerstoff binden und bei dem Aufsteigen wieder frei lassen. Ebenso wird eine Abnahme des Luftdruckes auf Wasserflächen eine Sauerstoffvermehrung der Luft zur Folge haben und umgekehrt, da Wasser unter hohem Drucke mehr Sauerstoff bindet als unter niederem. Hagelbildungen werden ein Ausscheiden des Sauerstoffs bewirken. Auf die wärmere Erde herabfallendes kaltes Regenwasser wird Sauerstoff abgeben. Auch der Blitz und andere elektrische Entladungen müssen, da sie die Oxydation des Stickstoffs bedingen, modifizierend auf die Luftzusammensetzung wirken. Wegen der Verschiedenheit der Diffusionsgeschwindigkeit zwischen Sauerstoff und Stickstoff werden auch bei Berührung kalter Luftschichten mit warmen merkbare Entmischungen eintreten. Der Lebensprozeß der Pflanzen und Tiere und der in der Luft schwebende, organische Bestandteile enthaltende Staub, der unter dem Einflusse der südlichen Sonne und der Feuchtigkeit große Quantitäten Sauerstoff durch Oxydation zu verbrauchen im stande ist, können ebenfalls zu hier in Betracht kommenden Faktoren werden.

v. Jolly hat, wie nach ihm auch Morley und Vogler, die Sauerstoff-Schwankungen nur an die atmosphärischen Vorgänge zu binden gesucht. Durch die Beachtung der Windrichtung während der Entnahme der zu prüfenden Luft fand er, daß der größte Sauerstoffgehalt bei Nord- und Nordostwinden, der kleinste bei Süd- und Südwestwinden auftritt. Danach scheint also die Polarluft an Sauerstoff reicher zu sein als die Äquatorialluft. A priori sollte man meinen, daß die über die reiche Vegetationsdecke südlicher Breitengrade streichenden Winde, wo aller Wahrscheinlichkeit nach die Reduktionsprozesse die der Oxydation überwiegen, sauerstoffreicher seien als die aus dem pflanzenarmen Norden kommenden, wenn auch dieser kräftigen Reduktion im Süden durch starke Zersetzung organischer Massen ein sehr beachtenswertes Gegengewicht erwachsen mag.

Morley kann zwischen der Windrichtung und dem Sauerstoffgehalte keinen Zusammenhang finden. Ihm will es dagegen scheinen, als ob der Sauerstoffgehalt mit der Höhe des Luftdrucks im entgegengesetzten Verhältnisse stehe, so daß bei hohem Luftdruck weniger, bei geringerem mehr Sauerstoff angetroffen werde. Die Luftschwere aber denkt er sich in Abhängigkeit von der auf- und niedersteigenden Bewegung der Luftteilchen. Die niedersteigende Luft, die wegen dieser niedersteigenden Tendenz größeren Druck ausüben wird als die aufsteigende, ist ihm nun infolge des hohen spezifischen Gewichts des Sauerstoffs ärmer an solchem als die Luft der unteren Schichten, und daher das Zusammengehen von Sauerstoffarmut mit hohem Luftdruck. Leider aber will eine große Anzahl seiner Beobachtungen keinen Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt und Luftschwere erkennen lassen, wie er auch selbst offen zugesteht.

Vogler hat auf Grund der Wetterkarten der deutschen Seewarte herausgefunden, dass die Zeiten des größeren Sauerstoffgehalts bei den

v. JOLLY'schen Messungen mit den barometrischen Maximis, des geringeren mit den Minimis zusammenfielen. Die starke Luftbewegung während der Luftdruckminima soll nun den Diffusionsgesetzen entgegenarbeiten und die in den niederen Schichten lagernde sauerstoffreichere Luft mit der sauerstoffärmeren, oberen mischen, bis wieder Ruhe eintritt und der schwerere Sauerstoff seinen naturgemäßen Platz in den tieferen Schichten einzunehmen suche. In dieser Zeit sinke also das Sauerstoffgas nach unten und vermehre ebenso den Sauerstoffgehalt an der Erdoberfläche, wie sein Niedersteigen auch eine Vergrößerung des Luftdrucks zur Folge habe [1].

Dieser Erklärungsversuch der v. JOLLY'schen Aufzeichnungen widerspricht aber so sehr den Angaben MORLEY's, denen zufolge ja gerade die in den Luftdruckmaximis niedersinkende Luft Sauerstoffarmut in den tieferen Schichten herbeiführen soll, daß vorderhand noch der Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt und Luftbewegung als ungenügend gelöst angesehen werden muß und die Vermutung nicht ungerechtfertigt erscheint, daß der Sauerstoff noch in ganz anderer Weise zu den atmosphärischen Vorgängen in Abhängigkeit treten mag, als bis jetzt angenommen worden ist.

II. Die Kohlensäure.

In demselben Jahre 1774, in welchem SCHEELE die Luft zu analysieren begann, machte BERGMANN die Entdeckung der atmosphärischen Kohlensäure. Der Zweite, der ihre Existenz nachwies, war 1787 H. B. DE SAUSSURE. Die Angaben ihres Anteils aber an der Luftzusammensetzung bleiben zunächst noch unsichere. Ihre geringe Menge, die nur wenige Zehntausendstel des Gesamtgemisches ausmacht, muß schon bei dem kleinsten Beobachtungsfehler zu großem Irrtum führen. Wird in einem Ballon von 10 l Luft, der im Durchschnitt 3 ccm Kohlensäure enthält, nur 1 ccm zu viel oder zu wenig gefunden, so gibt das schon einen Fehler von $33^1/_3$ bis 50 $^0/_0$ in der Kohlensäuremenge. Es darf daher nicht wunder nehmen, daß erst die letzten 15 Jahre zu genaueren Angaben geführt haben.

Die quantitative Bestimmung der Luftkohlensäure geschah im allgemeinen dadurch, daß man sie durch Kalkwasser, Barytwasser, Kalihydrat oder dergl. zur Absorption brachte und nun entweder die Volumenverminderung, die das Luftgemisch hierdurch erlitten, maß oder die Gewichtszunahme bestimmte, die der absorbierende Körper durch die Kohlensäureaufnahme erfahren hatte. Auf dem ersten Wege hofften A. v. HUMBOLDT (von 1791 an) und FOURCROY (1801) zum Ziele zu kommen. Da aber zur Erlangung größerer Sicherheit der Meßapparat in diesem Falle bis auf 20000stel seines Inhalts graduiert sein mußte, so fand wenigstens ersterer darin so große Schwierigkeit, daß er später zu der anderen Methode griff. Er schüttelte die Luft mit Kalkwasser, bis es sämtliche Kohlensäure aufgenommen hatte, und bestimmte aus der so entstandenen Menge kohlensauren Kalkes die Menge der Kohlensäure.

---

[1] Zeitschr. d. Österr. Gesellsch. f. Meteorologie, Bd. XVII (1882), S. 175.

Denselben Weg betrat auch DALTON. Die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes in kohlensaurem Wasser aber macht diese Bestimmung ungenau. THÉNARD (1813—18) nahm deshalb Barytwasser, denn einmal ist der kohlensaure Baryt schwerer als der Kalk in kohlensaurem Wasser löslich und sodann kann er durch Erhitzen wieder aus ihm gefällt werden. Indessen gelang es doch erst TH. DE SAUSSURE, Sohn des oben erwähnten, die auch hierbei notwendigen, mannigfachen Vorsichtsmaßregeln so in Anwendung zu bringen, daß seine Analysen größeren Glauben verdienten. BRUNNER (1832) entging dem störenden Lösungsvermögen des kohlensauren Wassers dadurch, daß er wie bei der organischen Elementaranalyse die Gewichtszunahme des ganzen Apparats benutzte, und BOUSSINGAULT und LEWY und später SCHLAGINTWEIT sind ihm in dieser Methode gefolgt, nahmen aber statt Kalkwasser Kalihydrat.

Von diesen Untersuchungen hatten zunächst diejenigen auf die Kohlensäurefrage den größten Einfluß, die TH. DE SAUSSURE gemacht, und besonders waren es die 104 Analysen, die er von 1827—29 in Genf und Umgebung ausführte, welche geradezu als maßgebend anerkannt wurden. Die mittlere Menge der Kohlensäure ist hiernach 4,15 Raumteile auf 10 000 Raumteile Luft. Als Maximalwert fand er 5,75, als Minimalwert 3,15. Die Menge kann sich während der Nacht bis zu 1/3 des Gehalts steigern. Im Winter tritt eine Verringerung des absoluten Gehalts sowie der Schwankungen ein. Anhaltender Frost und starker Nebel haben in der Regel eine Vermehrung, anhaltender, wenn auch schwacher Regen eine Verminderung zur Folge. Die Stadtluft ist kohlensäurereicher als die Landluft. Mit der Erhebung über die Erdoberfläche geht eine Zunahme der Kohlensäuremenge Hand in Hand.

Diese Resultate wurden um so williger aufgenommen und für um so sicherer angesehen, als sie sich erwarten ließen und, mit Ausnahme der Quantitätsbestimmungen, für selbstverständlich gehalten werden konnten. Die Thätigkeit der Pflanze, die Kohlensäure unter dem Einflusse des Lichts zu zersetzen, und die entgegengesetzte des tierischen Organismus, Kohlensäure zu produzieren, erklärte den größeren Kohlensäuregehalt der Stadtluft gegenüber der Landluft, ebenso die Kohlensäurezunahme in der Nacht, während welcher der Zersetzungsprozeß der Pflanze sistiert ist, und an höher gelegenen Orten, wo die pflanzliche Thätigkeit schwächer wird. Auch die Verringerungen der Schwankungen zwischen Tag und Nacht im Winter und die Zunahme des Gehaltes bei anhaltendem Frost und starkem Nebel ließen sich hieraus erklären.

Die Untersuchungen der nächsten 40 Jahre haben auch nur wenig hierin zu ändern vermocht. Durch BOUSSINGAULT und LEWY, 1839 und 40, wurde zwar der mittlere Gehalt auf 4,00 herabgesetzt, aber in betreff der Schwankungen zwischen Tag und Nacht und zwischen Stadt und Land Übereinstimmung mit DE SAUSSURE erklärt. Auf den hochgelegenen südamerikanischen Plateaus fand LEWY sehr bedeutende Werte, ebenso SCHLAGINTWEIT 1851 besonders auf den über der Vegetationsgrenze gelegenen Punkten in den westlichen Alpen.

Für Seeluft, wofür DE SAUSSURE keine Werte ermittelte, fand LEWY 1847 4,63 Raumteile Kohlensäure mit einem starken Wechsel zwischen

Tag und Nacht, aber im entgegengesetzten Sinne wie bei der Landluft. Das Nachtmittel betrug über dem atlantischen Ozean 5,299, das Tagesmittel 3,459. A. VOGEL hatte 1820 über der Nordsee und 1822 über dem Kanale eine absolute Abnahme des Kohlensäuregehalts bemerkt. Der größere Gehalt während des Tages wurde als Folge davon angesehen, daß die Erwärmung des Meerwassers durch die Sonne dasselbe zwingt, einen Teil seiner absorbierten Kohlensäure der Luft zurückzugeben.

So lag die Kohlensäurefrage, über die man vollständig im reinen zu sein glaubte, noch zu Anfang der siebziger Jahre. Den hiervon abweichenden Angaben T. E. THORPE's, der im August 1865 über der irischen See nur 3,082 Volumteile Kohlensäure, auf einer Reise nach Brasilien 1866 über dem atlantischen Ozeane gar nur 2,953 und im tropischen Brasilien zu Para an der Mündung des Amazonenstromes 3,28 als Mittelwert gefunden hatte, schenkte man nicht die gebührende Aufmerksamkeit und ebensowenig den von FRANZ SCHULZE in Rostock vom Oktober 1863 bis Ende 1864 gewonnenen und im 9. Bande der landwirtschaftlichen Versuchsstationen S. 217—227 veröffentlichten Resultaten. Nachdem aber SCHULZE das sogenannte PETTENKOFER'sche Verfahren, bei welchem die Bindung der Kohlensäure durch titrierte Barytlösung erfolgt, deren Titre nach der Kohlensäureabsorption wieder geprüft wird, soweit verfeinert hatte, daß der Zahlenausdruck für die Kohlensäure in 10000 Volumteilen Luft bis auf die zweite Dezimale sicher bestimmt werden kann, und er auf diese Weise vom 18. Oktober 1868 bis Ende Juli 1871 mehr als 1600 Einzelbestimmungen gemacht und die Resultate mit den gleichzeitigen Witterungsbeobachtungen zu Rostock und Warnemünde als Festschrift für die 44. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte publiziert hatte, da trat ein Umschlag der Meinung ein und man fühlte das Bedürfnis nach neuen Untersuchungen.

Das wichtigste Ergebnis der SCHULZE'schen Messungen war die Herabsetzung des Mittelwerts der Kohlensäuremenge; als solcher ergab sich nämlich 2,9197. Der größte gefundene Gehalt war 3,44, der kleinste 2,25.

Die gewünschten weiteren Untersuchungen haben nicht lange auf sich warten lassen, und niemals sind so viele und so gründliche Kohlensäuremessungen gemacht worden als seit dem Anfang der siebziger Jahre bis zur Gegenwart.

In Deutschland veröffentlichte zunächst HENNEBERG seine zu Heene bei Göttingen gemachten Bestimmungen, die einen Mittelwert von 3,2 ergeben hatten. Vom September 1874 bis Ende August 1875 wurden von FITTBOGEN und HASSELBARTH zu Dahme in der preuß. Provinz Brandenburg 347 Einzelbestimmungen gemacht. Der aus ihnen abgeleitete Mittelwert ist 3,34. In den Luftproben, die ZITTEL aus den Oasen Farafreh und Dachel in der libyschen Wüste nach München gebracht hatte, fand v. PETTENKOFER 4,47 aus ersterer, 4,94 und 4,73 aus letzterer als Mittelwerte.

Zu Tabor in Böhmen machte FRANZ FARSKY vom 10. Oktober 1874 bis Ende August 1875 295 Einzelbestimmungen, woraus sich 3,43 als Mittelwert ergab.

Zu Calèves bei Nyon am Genfersee wurden vom August 1872 bis Juli 1873 Messungen ausgeführt, die zu einem Mittel von 3,035 führten, mit 2,530 und 3,492 als äußersten Werten.

In Frankreich hat seit 1872 J. Reiset in verschiedenen Jahren längere Zeit fortgesetzte Bestimmungen bei Dieppe und bei Paris gemacht. Die gefundenen Mittelwerte halten sich bei Dieppe etwas unter, bei Paris wenig über 3. Albert Lévy führte vom April 1876 bis Dezember 1879 täglich Messungen im Parke von Montsouris südlich von Paris aus. Die gefundenen Werte schwanken zwischen 2,2 und 3,6; ihr Mittel ist 3,15. Truchot prüfte die Luft fast täglich im Juli und August 1873 in und bei Clermont-Ferrand. Der von ihm gemeldete Mittelwert ist auffallend hoch, 4,09. A. Muntz und E. Aubin haben von Ende Dezember 1880 bis Ende Mai 1881 in Paris und auf der Ebene von Vincennes Messungen ausgeführt und als Mittelwert der Landstation 2,84 mit Schwankungen zwischen 2,70 und 2,99 gefunden. Die in Paris gefundenen Werte schwankten zwischen 2,88 und 4,22. Bei Beobachtung des Venusdurchganges wurden an den 7 verschiedenen französischen Stationen in Amerika Luftproben gesammelt und in Paris von Muntz und Aubin analysiert. Die hier gefundenen Kohlensäuremengen bleiben sämtlich gegen die europäischen zurück. Auch die französische zirkumpolare meteorologische Station am Kap Horn hat zwischen 31. Oktober 1882 und 1. Juli 1883 39 Luftproben gesammelt, die ebenfalls von Muntz und Aubin in Paris untersucht wurden und 2,56 als Mittel ergaben.

Die sonstigen zur Prüfung bestimmter Verhältnisse unternommenen Luftuntersuchungen werden im folgenden Erwähnung finden.

Die Resultate der neueren Beobachtungen.

Nicht allein die Erkenntnis, daß der Mittelwert der Kohlensäuremenge auf etwa $\frac{3}{10000}$ des gesamten Luftvolumens herabzusetzen ist, ist durch die Messungen der letzten 15 Jahre gebracht worden, sondern auch das viel wichtigere Resultat der besseren Einsicht in die Abhängigkeit ihrer Schwankungen. Man konnte wohl einzelne der früheren Angaben als zutreffend anerkennen, mehr aber mußte man dieselben korrigieren; ebenso lernte man neue Abhängigkeiten kennen und als besonders einflußreich die in den früheren Messungen vollständig vernachlässigten meteorologischen Faktoren würdigen. Man wurde vorsichtiger in den Folgerungen; denn man begriff bald, wie sich bei der großen Kompliziertheit der Einzelwirkungen dieselben sowohl gegenseitig aufheben als auch in dem einen oder anderen Sinne addieren können, und anderseits wieder wurde man gewahr, wie ein meteorologisches Element mehr Symptom der auf Änderungen des Kohlensäuregehalts influierenden Bedingungen als direkter Vermittler dieser Änderungen sein kann.

Sehen wir von tiefeingreifenden lokalen Einwirkungen, vom Abbrennen großer Torf- und Moorstrecken, von der Kohlensäureaushauchung vulkanischer Gebiete u. dergl. ganz ab, sondern achten nur auf die allgemeineren Einflüsse, auf den Wechsel von Tag und Nacht, von Sommer und Winter, auf die Vegetationsverhältnisse, auf den Unterschied

von Stadt und Land, auf die Höhendifferenzen und vor allem auf die verschiedenen meteorologischen Faktoren, so ist über ihren Einfluß bis jetzt folgendes erkannt worden:

1. Die schon von den älteren Beobachtern gefundenen Schwankungen zwischen Tag und Nacht sind von allen neueren, die daraufhin untersucht haben, bestätigt worden. Reiset fand für die Zeit vom Juni bis November 1879 als Nachtmittel 3,084, als Tagesmittel 2,914. Bei Muntz und Aubin sind die entsprechenden Werte 3,00 und 2,88. G. F. Armstrong fand zu Grasmere in Westmoreland im Sommer und Herbst für die Nacht 3,2999 und für den Tag 2,9603, und noch größere Unterschiede haben Truchot's Untersuchungen ergeben. Die sorgfältigen Messungen von Hässelbarth und Fittbogen bestätigen nicht nur den relativ großen Kohlensäuregehalt während der Nacht, sondern sie zeigen auch, wie entsprechend dem Erwachen der organischen Thätigkeit am Morgen und ihrer Steigerung bis zu Mittag hin, bei ruhiger Luft und heiterem Himmel am Morgen die Kohlensäuremenge plötzlich zurückgeht, von da bis Mittag mit geringen Schwankungen weiter allmählich abnimmt, dann aber bis zum Sinken der Sonne wieder langsam steigt.

2. Der zu erwartende Einfluß der Jahreszeiten konnte dagegen nicht konstatiert werden. Nach Farsky fallen zwar in die Winterzeit die größten Schwankungen des Kohlensäuregehalts, aber gerade die erhofften höchsten Monatsmittel ließen sich für diese Jahreszeit nicht ermitteln. In Rostock, in Dahme und wo sonst noch beobachtet wurde, fielen die größten Mittelwerte ganz unregelmäßig den verschiedensten Monaten zu. Und doch wäre es nur zu natürlich, wenn im Winter, wo die Kohlensäure zerlegende Kraft der im Sonnenlicht vegetierenden Pflanze auf ihr Minimum beschränkt ist, der normale oder höhere Kohlensäuregehalt in der Luft angetroffen würde.

3. Etwas glücklicher war man da, wo man den direkten Einfluß der Vegetation zu ermitteln suchte. Besonders ist es Reiset gelungen, inmitten kräftigen Pflanzenwuchses eine kleine Verringerung der Kohlensäure nachzuweisen. Die rasche Diffusion der letzteren mag die Ursache sein, daß sich die Wirkung der pflanzlichen Thätigkeit so schnell verwischt.

4. Zwischen Stadt- und Landluft bestehen zwar Unterschiede, aber schon in geringer Entfernung von den städtischen Kohlensäureherden ist ihr Einfluß kaum noch nachweisbar und kann durch andere Einflüsse ausgeglichen oder gar ins Gegenteil verkehrt werden. Lévy mußte konstatieren, daß die Nordwinde, die ihm Luft von Paris nach seiner Station wehten, sogar kohlensäureärmer waren als die südlichen, direkt vom Lande kommenden. Die Diffusion wird auch hier die schnell ausgleichende Ursache sein.

5. Die Wirkung der Höhe, für die man früher so ganz entschiedenen Ausdruck gefunden zu haben glaubte und die auch noch Truchot durch geradezu auffallende Angaben zu stützen suchte, muß nach den sorgfältigen Erhebungen von Muntz und Aubin als illusorisch hingestellt werden. Dieselben wählten zu ihren Messungen das isolierte Massiv des Pic du Midi in den Pyrenäen mit 2877 m Seehöhe, wo lo-

kale Einflüsse bei der großen Entfernung ähnlicher Höhen und der starken Bewegung der Luft völlig ausgeschlossen sind und anzunehmen ist, daß man sich hier gewöhnlich im oberen Luftstrome befindet. Sie fanden bei einem Schwanken zwischen 2,68 und 3,01 als Mittelwert 2,86. Die fast gleichzeitigen Messungen in den Pyrenäenthälern ergaben ungefähr dieselben Werte. Und hiermit stimmen auch die Ergebnisse der Untersuchungen von Luftproben überein, die man auf Ballonfahrten in verschiedenen Höhen gesammelt hatte.

6. Von den meteorologischen Elementen schienen sich der fallende Nebel und der Staubregen am einflußreichsten erweisen zu wollen. Nach beiden zeigte sich fast ausnahmsweise in Rostock, Tabor, Clermont-Ferrand und nach Muntz und Aubin auch bei Paris eine Vermehrung des Kohlensäuregehalts. In Dahme dagegen war wohl meist mit Gewitterregen eine Steigerung verbunden, der gewöhnliche Regen aber führte häufig geradezu eine Verminderung herbei. Schulze sieht in der Anregung des Verwesungsprozesses durch Befeuchtung der humosen Stoffe nach längerer Trockenheit einen Grund für die Zunahme des Gehalts durch den Regen. In der Mitnahme zur Erde eines Teils der atmosphärischen Kohlensäure durch den fallenden Nebel, den Staubregen, den Schnee kann ein weiterer Grund für ihre Vermehrung an der Erdoberfläche gefunden werden. Daß bei längerer Fortdauer dieses Vorgangs endlich auch hier die Luft kohlensäurearm wird, kann als eine Konsequenz davon angesehen werden. Wie weit hier übrigens lokale Verhältnisse von Einfluß sein müssen, erhellt daraus, daß der durchfeuchtete Boden je nach seiner Beschaffenheit für Freimachung von Kohlensäure wie für ihre Absorption sich günstig erweisen kann.

7. Wie der Feuchtigkeit, so sind auch dem Winde entgegengesetzte Wirkungen zugeschrieben worden. In Rostock glaubte man bemerkt zu haben, daß die aus dem nördlichen Kontinent wehende Luft den Kohlensäuregehalt vermehre und auf weiter ausholende Südwestwinde eine Verminderung folge, und ähnliches wird von Tabor berichtet. In Dahme dagegen hat man bei Winden aus westlicher Richtung eine Zunahme und bei allen übrigen eine Abnahme gefunden. Und doch ist die Art des Windes nicht nur der wichtigste meteorologische Faktor, sonder der wichtigste überhaupt. Die Diskussion der Lévy'schen Beobachtungen in Montsouris durch Marié-Davy hat das vor allem klar gemacht. Freilich darf man nicht der Windrichtung als solcher den weitgehenden Einfluß zuschreiben; denn bei demselben Äquatorialstrome kann der Wind aus den verschiedensten Richtungen wehen, wie auch der Stand des Barometers, des Thermometers und des Hygrometers bei ihm verschieden sein kann. Ob aber Äquatorial- oder Polarluft weht, ist das Ausschlaggebende; mit ersterer ist Reichtum, mit letzterer Armut an Kohlensäure verbunden. Und da der Grad der Aufklärung des Himmels und der Durchsichtigkeit der Luft mit den beiden Strömungen in direkter Beziehung steht, so sieht Marié-Davy im Aktinometer das Instrument, dessen Stand den sichersten Schluß auf die Kohlensäuremenge gestattet. Es schwankt mit ihr im entgegengesetzten Sinne; sein hoher Stand deutet Armut, sein niedriger Reichtum an.

Wegen dieser Abhängigkeit der Kohlensäure von der Art des Luftstroms eignet sie sich zum Vorherbestimmen der Witterung und zwar auf lange Zeiträume hinaus; und der Interpret der Lévy'schen Tabellen hat das trefflich nachzuweisen verstanden. Er konnte in der fast vierjährigen Beobachtungsreihe 3 Perioden unterscheiden. Die erste erstreckte sich vom April 1876 bis November 77. Während derselben erreichte die Kohlensäure selten den mittleren Wert. In der zweiten, vom Dezember 1877 bis Oktober 79, ging sie stets bedeutend darüber hinaus. Die dritte, bis Ende der Beobachtungszeit, zeigte wieder große relative Armut. Die zweite war nun für Frankreich eine Zeit feuchter Witterung mit Vorherrschen des Äquatorialstroms, und ihr entsprachen zwei Jahre schlechter Ernten. In der ersten dagegen gab es weniger Feuchtigkeit und eine bessere Ernte. Die dritte, von nur 3 Monate Dauer, war zu kurz für Ableitung allgemeiner Schlüsse.

Warum nun aber der äquatorialen Strömung mehr Kohlensäure innewohnt als der polaren, das hat auch das Genie Marié-Davy's nicht zu erklären vermocht. Denn wenn er meint, daß die Winde des Südens solche seien, die die Oberfläche der Erde streifen, und in den niederen Luftschichten unter der Wolkendecke wegen des hohen spezifischen Gewichts der Kohlensäure ihre Menge größer sei als in den oberen Schichten, so stehen letzterer Auffassung die Beobachtungen, wie oben angegeben, nicht günstig zur Seite, und der ersteren Behauptung ist entgegen zu halten, daß der äquatoriale Strom entsprechend seiner Entstehung viel häufiger der Oberstrom sein muß als der polare, den Marié-Davy fälschlich als einen nach der Oberfläche niedertauchenden ansieht.

In ganz anderer Weise ist Schlösing an die Erklärung dieser Erscheinung herangetreten. Durch eine glückliche Anwendung des Dissoziationsprinzips konnte er zeigen, wie der Kohlensäuregehalt der Luft zur Menge des im Meerwasser gelösten Kalkbikarbonats in Beziehung steht. Wenn der Kohlensäuregehalt der Luft geringer wird, zersetzt sich Kalkbikarbonat des Meeres, gibt die Hälfte seiner Kohlensäure an die Luft, und das unlösliche neutrale Kalkkarbonat schlägt sich auf dem Meeresgrund nieder. Auf das zwischen der gebundenen Kohlensäure des Kalkbikarbonats und der Luft bestehende Spannungsgleichgewicht ist aber die Temperatur von bedeutendem Einflusse. Eine Verminderung der Wärme des Wassers hat auch eine Verringerung der Spannung der Kohlensäure im Bikarbonat zur Folge, und daher hat die Luft über der Oberfläche kalter Wassermassen weniger Kohlensäure als die über warmen zirkulierende.

Diese Erklärung der Kohlensäureverhältnisse der Atmosphäre ist übrigens noch in anderer Weise hoch interessant. Der Kohlensäure wird hierdurch ein bedeutender geognostischer Einfluß eingeräumt. Während man früher hauptsächlich ihre physiologische Rolle in der lebenden Natur betonen zu müssen glaubte, ist von ihr hier ein zweiter Kreislauf, der sich in der unorganischen Welt abspielt, nachgewiesen. Sie wird ebenso zum Gesteinsbildner, wie sie vorher den Gesteinen gegenüber nur als Zerstörer bezeichnet wurde. In den aus dem Wasserdampfe zur Kondensation gelangenden atmosphärischen Niederschlägen wird sie zur Erde

geführt, bringt hier den zur Bildung des Bikarbonats nötigen Kalk zur Lösung, begibt sich mit ihm zum Meere, trennt sich wieder von ihm, wodurch der nun unlösliche Kalk zur Ablagerung neuer Sedimentschichten schreiten muß, mischt sich wieder der Atmosphäre bei und beginnt das Spiel von neuem.

Ausführlicheres über Sauerstoff und Kohlensäure s. in meiner Arbeit über dasselbe Thema im Programme des Vitzthum'schen Gymnasiums in Dresden, Ostern 1885. Dr. Rob. Ebert.

Litteratur und Kritik.

Ludwig Feuerbach. Von C. N. Starcke, Dr. Phil. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke. 1885. XVII und 288 S. gr. 8⁰.

Jeder Freund wahrer Philosophie wird sich dem Verfasser des vorliegenden Buches zu Dank verpflichtet fühlen, denn ist er auch selbst mit den Schriften Ludwig Feuerbach's so vertraut, daß er einer zusammenfassenden Darstellung entraten kann, so weiß er den Wert zu ermessen, den sie für jene hat, welche durch die mangelhafte Würdigung, die der Weise von Bruckberg bislang gefunden, in seine Werke sich zu vertiefen abgehalten worden sind. Gewiß ist dies zum Teil die Schuld der unzusammenhängenden Form, die er seiner Weltanschauung gegeben hat. Allein dies hindert nicht, daß seine Lehre einen integrierenden Teil der allgemeinen Geistesentwickelung bildet; und dieser Teil ist ein charakteristischer und darum sehr wichtiger, weil Feuerbach seiner Zeit vorangeeilt und für die Glückseligkeitslehre eingetreten ist, der einzigen mit dem Darwinismus vereinbaren Sittlichkeitsbegründung. Dazu kommt, daß Ludwig Feuerbach mit einer tiefen Gelehrsamkeit jene Originalität verbindet, die nur dem Genie eigen ist, und diese paar Umstände genügen, um seine ganze Bedeutung zu kennzeichnen.

Dies genügt aber nicht, um mit ihm näher bekannt zu machen. Die Behandlung, die ihm Lange in seiner »Geschichte des Materialismus« zu teil werden läßt, ist entschieden zu oberflächlich, wenn sie auch nicht so oberflächlich ist, wie Albrecht Rau meint, der in seiner Schrift: »Ludwig Feuerbach, die Naturforschung und die Philosophie der Gegenwart«, eine ebenso anregende als charakteristische Blumenlese aus Feuerbach's Schriften sehr glücklich zusammenstellt[1]. Der Enthusiasmus wäre da schon der richtige und auch die Vertrautheit mit dem Philosophen eine ungewöhnliche; jedoch Rau ist etwas überworfen mit der Vernunftkritik, und da mußte auch seine Auffassung von Feuerbach's Materialismus und von dessen Stellung zu Kant etwas kritiklos ausfallen. Der von Karl Grün herausgegebene Briefwechsel und Nachlaß enthält sehr interessante Mitteilungen betreffend die Person und die Verhältnisse Feuerbach's sowie hochwichtige Fragmente vornehmlich ethischer Natur.

[1] Vgl. Kosmos XII, S. 235.

Aber gerade im Fragmentarischen liegt's, daß zumal die Ethik FEUERBACH's einer gründlichen Zusammenfassung bedarf.

Dieser schwierigen Arbeit hat sich nun der Verfasser der vorliegenden Monographie unterzogen und sie unseres Erachtens glänzend gelöst. Dr. STARCKE ist ein Däne und hat die Schrift ursprünglich als Doktordissertation an der Universität Kopenhagen (1883) herausgegeben. Über Aufforderung des Prof. Dr. WILHELM BOLIN zu Helsingfors, eines gediegenen Kenners und persönlichen Freundes FEUERBACH's, hat er sie nun in erweiterter Form — es ist dadurch ein ganz stattliches Buch daraus geworden — und in deutscher Sprache der Öffentlichkeit übergeben. Vielleicht liegt es an der Übersetzung, aber wie uns scheinen will nicht allein an dieser, daß der Stil an gewissen Eigentümlichkeiten, um nicht zu sagen, Unbehilflichkeiten leidet, die aber darum nicht von Belang sind, weil der geehrte Autor seinen Philosophen fast nur mit den eigenen Worten reden läßt. Das Verständnis für die deutsche Sprache ist ein vollständiges und die Begeisterung für FEUERBACH vollwertig, insofern das Eindringen in dessen Geist ein durch und durch kritisches ist.

Die Vorrede läßt den Leser einen flüchtigen, aber klaren Blick in das Leben und die Verhältnisse FEUERBACH's thun und spricht sich am Schluß über die Entstehung der ganzen Arbeit aus. Die Einleitung geht auf LEIBNIZ, KANT, FICHTE, SCHELLING, HEGEL und selbst auf SPINOZA näher ein, insoweit die Anschauungen dieser Denker den Anschauungen FEUERBACH's zu Grunde liegen. Mit Recht wird WINDELBAND (S. 18) entgegengetreten, der in seiner »Geschichte der neuen Philosophie« FEUERBACH, weil er sich schließlich vom Allgemeinen zum Sinnlichen gewendet hat, ohne weiteres unter die Irrationalisten einreiht. Sehr erfreulich ist die Würdigung ALOIS RIEHL's (S. 3), dessen »Der philosophische Kritizismus und seine Bedeutung für die positive Wissenschaft« unter den neuesten Beleuchtungen KANT's unstreitig den ersten Platz einnimmt. Und nicht weniger freudig begrüßen wir die Entschiedenheit, mit welcher STARCKE im vorliegenden Werke wiederholt gegen den Neukantianismus Front macht.

Das Buch selbst zerfällt in drei Teile, von welchen der erste in die drei Perioden sich auseinander legt, die FEUERBACH's Metaphysik, richtiger gesprochen seine allmähliche Losreißung von der Metaphysik umfassen. Treffend charakterisiert STARCKE die erste Periode als das Bestreben, alles Seiende als vernünftig nachzuweisen, während daraus in der zweiten Periode das bloße Bestreben ward, alles Unvernünftige als ein Scheinsein darzuthun. Damit vollzog sich in der dritten Periode der Übergang zu FEUERBACH's sogenanntem Materialismus, der, wie STARCKE ganz richtig sich ausdrückt, »weit eher ein Idealismus ist als ein solcher Materialismus, wie er vom Système de la nature repräsentiert wird« (S. 122). FEUERBACH's Auflehnung gegen KANT's Idealismus war nur die Auflehnung gegen einen Rest von Metaphysik, den er noch immer in sich trug, wie trotz des Bruches mit dem positiven Christentum ein Rest von Gottesglauben immer in ihm verblieben ist. Den Begriff des Absoluten hat er mit HEGEL in sich aufgenommen; und ob-

wohl er immer energischer gegen Hegel sich wendete, das Bedürfnis nach einem Etwas, das sich also bezeichnen ließe, konnte er nicht loswerden.

So ging seine metaphysische Entwickelung Hand in Hand mit seiner religiösen Entwickelung, welche Starcke im zweiten Teile näher ins Auge faßt, weil das »Wesen der Religion« vorherrschte, als die »Grundsätze der Philosophie« in den Hintergrund traten. Die Auffassung der Götter als die in den Himmel versetzten Wünsche der Menschen ist Feuerbach's ausschließliches Eigentum; und die überwältigende Sprache, mit der er seinen Überzeugungen Ausdruck gibt, sichert ihm für immer einen Platz unter den Heroen deutschen Stiles. Oft ist es, als wäre es die Gewalt seiner Sprache, die ihn mit sich fortreißt. Hören wir ihn selbst. »Die Dogmen des Christentums sind durch und durch erfüllte Menschenwünsche. — Das Interesse, daß Gott ist, ist eins mit dem Interesse, daß ich bin, ewig bin. Also wird der Ausspruch des Glaubens: Gott erfüllt meine Wünsche! — nur die populäre Personifikation des Satzes: Gott ist der Erfüller, d. h. das Erfülltsein meiner Wünsche. Das Jenseitige, welches die Religion uns verspricht, ist wie Gott selbst nur das abstrakte Diesseitige; der Mensch erhält im Himmel einen verklärten Leib, aber doch denselben Körper wie hier« (S. 196 und 197). Allerdings spricht hier Starcke mit Recht von einer »großen metaphysischen Unklarheit«; und den zurückgebliebenen Rest, der diese Unklarheit bewirkt, bezeichnet er als das »Unaussprechliche«, als das Mystische, als etwas, »das nicht für andere, sondern nur für mich selbst sein kann, denn sonst könnte ich es ja aussprechen« (S. 226), was wir gleich durch den treffenden Satz ergänzen wollen: »daß ich das Unaussprechliche behaupte, ist vollständig rational, solange ich es bloß für mich behaupte« (S. 227).

Damit ist Feuerbach's Religionsphilosophie charakterisiert, aber auch klar gemacht, daß dieser Feuergeist damit so wenig als früher mit seinen »Grundsätzen« Ruhe finden konnte. Mit dem Übergang vom Abstrakten des bloßen Denkens (Metaphysik) zum Konkreten des bloßen Fühlens (Religion) war für ihn der Übergang zum denkenden Fühlen gegeben, zur Ethik, von welcher der dritte Teil handelt. Streng genommen war alles Frühere nur der Weg zu diesem Ziel, das Ganze nur die einheitliche Entwickelung dieses Gedankens in diesem Individuum. Und es war ein großer Gedanke in einem großen Individuum: die Erklärung des Altruismus als das erst im Du sich erfassende Ich ist, wie die Gottheit als der in den Himmel erhobene Wunsch, ausschließlich Feuerbach's Eigentum. Seine Ethik ist eine Ethik der Liebe. Den Willen faßt er als den ganzen Menschen, und Schopenhauer's auf dem Weg der Intuition entdecktes Ding an sich verschwindet vor dem einen Satz: »Ein aus dem Zusammenhang des Nerven- und Muskelsystems herausgerissener Wille ist kein Wille, ist nur ein phantastischer Wunsch« (S. 152). Bei seinem Determinismus, der keine Willensfreiheit als Wahlfreiheit kennt, spitzt alle Ethik in die Frage sich zu: Gibt es eine Moral bei vollständiger Determination des Handelns durch Wünsche,

die identisch sind mit Lust, mithin durch Glückseligkeit? — Und diese Frage beantwortete sich ihm mit Ja; denn als Moralprinzip ist die Liebe nicht der berauschende Trieb, sondern das logische Identitätsbewußtsein. Wahre Liebe kann nur identisch sein, da ich keinen wahrhaft liebe, den ich mir nicht gleichstelle. »Ich bin Ich nur durch Dich und mit Dir. Weiß ich, daß ich Mann bin und was der Mann ist, wenn mir kein Weib gegenübersteht? Wo außer dem Ich kein Du, kein anderer Mensch ist, ist auch von Moral keine Rede; nur der gesellschaftliche Mensch ist Mensch« (S. 252). Damit erweist sich der Altruismus als die Naturbestimmung des Menschen und die Naturbestimmung des Menschen als eine absolute Glückseligkeit auf Erden.

Wie wir mit der größtmöglichen Glückseligkeit der größtmöglichen Anzahl Menschen als einem im günstigsten Fall erreichbaren Ziel uns begnügen und, wenn anders wir nicht bloß mit Idealen spielen wollen, von einer Beglückung aller gänzlich absehen müssen: so kann auch von einer absoluten Glückseligkeit des einzelnen nicht die Rede sein; für den Menschen gibt es nur das Mögliche. Das Absolute ist hier bei Feuerbach die Fahne, die er in seinen Kämpfen für Metaphysik und Religion geschwungen und in seine Glückseligkeitslehre sich herübergerettet hat, in die sich ihm schließlich und zwar echt Spinozistisch der ganze Religionsbegriff auflöst. Jeder Unbefangene kann nur Bewunderung zollen der Großartigkeit dieser Geistesentwickelung, sowie der Originalität, mit der Feuerbach seinen kategorischen Imperativ, als die gleichfalls absolute Anweisung: »Handle so, daß Du die Folgen nicht bereuen wirst« — und damit die Verpflichtung und Verantwortung auf die Unabweisbarkeit des Identitätsbewußtseins gründet (S. 257 und 276).

Wir können hier nur flüchtig andeuten, was Starcke gründlich durchführt. Keineswegs blind für die Abirrungen, zu welchen Feuerbach erst durch seine unbedingte Verehrung für Hegel und Kant, dann durch die Leidenschaftlichkeit, mit welcher er beide verleugnete, gelangen mußte, weiß Starcke alles Große und Edle an ihm zu würdigen und aus einer genetischen Darstellung seiner gesamten schriftstellerischen Thätigkeit die Ethik als das Feld aufzudecken, auf welchem er in seiner vollen Höhe und in einer selten erreichten Höhe sich erhebt. »Die Sittlichkeit«, sagte er, »ist keine Spekulation, welche einst ihre Zinsen tragen wird; sie ist die Luft selbst, worin ich allein atmen kann.« Zu dieser reinen Lebensluft sich zu erheben, ist das Ziel der Menschgewordenen, und dieses Ziel können wir nur erreichen, »wenn wir von Kandidaten des Jenseits zu Studenten des Diesseits werden« (S. 273). »Die neue Lehre unterscheidet sich nur dadurch von der Kant'schen Lehre, wodurch sich überhaupt das neunzehnte Jahrhundert von dem achtzehnten unterscheidet, dadurch, daß sie an die Stelle der steifen Regel die Wahrheit der Natur, an die Stelle der Pflicht die Liebe, an die Stelle des Begriffs die Anschauung, an die Stelle der Gattung das Individuum, an die Stelle des nur Gedachten das Wirkliche, an die Stelle der Vernunft, d. h. des abstrakten Wesens des Menschen das ganze

ungeteilte Wesen des Menschen setzt, daß sie also ist eine Religion innerhalb der Grenzen der Menschheit« (S. 287).

Kann man in prägnanterer Weise, als es mit diesen wenigen Worten geschieht, das Charakteristische der neuen Lehre hervorheben? Daß der Schluß denjenigen nicht genügt, welche nach den Tröstungen einer positiven Religion verlangen, ist selbstverständlich. FEUERBACH hat auch in der That von kirchlicher Seite die herbste Verurteilung erfahren. Wozu aber dann, wird man fragen und fragen auch wir, das seiner eigentlichen Bedeutung entkleidete Wort? Es ist das mystische, rein subjektive Moment, das dem Ganzen den Stempel des Absoluten aufprägt und das wir bereits als die Fahne FEUERBACH's bezeichnet haben. Vor einer Fahne, die so würdig geschwungen wird, neigen wir uns gern, und indem wir hiermit das vorliegende Buch bestens empfehlen, erfüllen wir eine doppelte Pflicht: wir sind es dem Autor schuldig, der das Verständnis einer Lehre, welche dem neuesten Standpunkt der positiven Wissenschaft entspricht, wesentlich fördert, und wir sind es uns selbst schuldig, denn wir arbeiten im Dienste derselben Glückseligkeitslehre und die Förderung jenes Verständnisses kommt auch unserem Streben zu gut.

Graz, 23. April 1885. B. CARNERI.

Das Weib in der Natur- und Völkerkunde. Anthropologische Studien von Dr. H. PLOSS. Leipzig, Th. Grieben's Verlag (L. Fernau), 1884/85. 2 Bände (VIII, 480, 598 S.). 8°.

Der Schlußband dieses verdienstvollen Werkes hat durchaus die Erwartungen erfüllt, welche wir in betreff desselben bei der Besprechung seiner ersten Hälfte (1884, II. S. 318) angedeutet haben. Die großen Abschnitte über »Geburt, Geburtshilfe, Die gesundheitsgemäße Geburt und ihre Bedingungen, Hilfsmittel bei normaler Geburt, Die Behandlung der Nachgeburtsperiode, Fehlerhafte Geburt, deren Ursachen, Behandlung und Folgen, Das Wochenbett« gewähren eine ganz ausgezeichnete und wohl auf lange Zeit hinaus erschöpfende Übersicht über das Thun und Leiden des menschlichen Weibes und seiner Umgebung in dem wichtigen Momente, wo es einem neuen Erdenbürger das Dasein gibt. Es ist geradezu staunenswert, aus wie vielseitigen und oft ganz abgelegenen Quellen der Verf. die Fülle seines Materials zu schöpfen gewußt hat und mit welcher Sachkenntnis und Unvoreingenommenheit er daran Kritik übt. Die durch direkte Anfragen bei Reisenden aller Länder, sowie in Beantwortung zahlreicher an Ärzte, Missionäre u. s. w. unter wilden und halbwilden Völkern gesandter Fragebogen erhaltenen Angaben, die sich allemal unmittelbar auf eine Spezialfrage beziehen und daher weit höheren Wert haben als so viele weitläufige Reiseberichte, in denen dann doch gar oft gerade das übergangen ist, was man gesucht hatte, verleihen dem Buche einen ganz besonderen Reiz. Der Arzt wie der Sprachforscher, der Kulturhistoriker wie der Ethnograph schulden dem Verf. lebhaftesten Dank für seine höchst mühevolle, einzigartige Arbeit, welche sich seinem

im vorigen Jahre bereits in zweiter Ausgabe der 2. Auflage erschienenen Werke »Das Kind in Brauch und Sitte der Völker« würdig anreiht.

Freilich, eine angenehme oder sanft aufregende Lektüre bietet dasselbe größtenteils nicht. Behandelt es ja doch, und insbesondere der II. Band, eine Seite des menschlichen Daseins, die wie kaum eine andere den Einwirkungen von Aberglauben, Dummheit, Roheit und schnöder Gewinnsucht unterlegen ist und selbst in weit vorgeschrittenen Zivilisationen noch herzlich wenig Spuren selbständigen Denkens und wirklich liebevoller helfender Thätigkeit aufzuweisen hat. Die Geschichte des Verhaltens der Menschen bei der Geburt könnte man mit vollem Recht als eine Geschichte der unverschuldeten und unnötigen Leiden des Weibes bezeichnen. Bekanntlich hat in neuester Zeit Dr. G. J. Engelmann in St. Louis die Ansicht vertreten[1], daß die Urvölker »aus eigenem richtigem Gefühl« das den jeweiligen Größen- und Formverhältnissen des Beckens, des Kindskopfes u. s. w. entsprechendste Verhalten, insbesondere die passendsten Lagen für jedes Stadium der Geburt gefunden hätten und daher die heutige Geburtskunde bei jenen in die Lehre zu gehen habe. Wie unbegründet diese Ansicht ist, zeigt der erste Einblick in die von Ploss mitgeteilten Thatsachen. Ja, wenn unter jenen »Urvölkern« ganz primitive Menschen verstanden werden dürften, bei denen noch keinerlei Hilfeleistung bei der Geburt oder auch nur Mitteilung über dieselbe stattfände! Der *Homo alalus* ist unzweifelhaft auch bei diesem physiologischen Akte nur seinem Instinkt gefolgt und hat wie das Tier das relativ zweckmäßigste Verhalten dabei beobachtet; allein über diese Stufe sind alle heutigen »Naturvölker« schon längst hinaus. »An die Stelle des bloßen Instinkts«, bemerkt Verf. sehr richtig, »tritt beim Menschen schon frühzeitig ein Handeln nach Wahl, und bei allen Völkern, auch bei den auf der niedersten Kulturstufe stehenden, wird das Thun und Treiben nicht mehr von instinktiven Vorstellungen, sondern von dem kulturhistorisch-entwickelten Brauche beherrscht«. Dieser Brauch aber ist das Ergebnis des Zusammenwirkens sehr verschiedenartiger Faktoren, unter denen oft religiöse Vorstellungen und Zufälligkeiten der Lebensweise, Bekleidung u. s. w. eine viel größere Rolle spielen als die Frage nach der einfachen Zweckmäßigkeit. Ist es etwa »naturgemäß« oder Gebot des Instinktes, daß »bei den östlichen Indianersippen das Weib steht, wenn es Wasser läßt, und sitzt, um den Darm zu entleeren, während beim Manne das Umgekehrte der Fall ist? und dürfen wir aus solchen Erscheinungen etwas für unsere eigene Diätetik schließen?«

Wir wollen nicht verschweigen, daß die schon am ersten Bande gerügte, oft mehrmalige Wiederholung derselben Citate oder Thatsachen im zweiten zuweilen noch störender hervortritt; doch mag dies z. T. auf der einmal gewählten Einteilung des Stoffes beruhen, jedenfalls thut es der Zuverlässigkeit der Darstellung keinen Eintrag. — Die letzten hundert Seiten sind dem Abschnitt über »Die soziale Stellung des Weibes« gewidmet, worin zwar manches schon aus Lubbock, Waitz u. s. w. Be-

[1] „Die Geburt bei den Urvölkern", übersetzt von Hennig. Wien 1884. Vergl. Kosmos 1884, I. S. 239.

kannte, jedoch auch viel Neues mitgeteilt wird und zwar, was gerade hier besonders anzuerkennen ist, mit der größten Vorsicht in bezug auf hypothetische Erklärungsversuche. Die Bedenken des Verf. gegen die wie es scheint jetzt allgemein als ausgemacht hingenommene Theorie von DE MORGAN, BACHOFEN, LUBBOCK u. s. w., daß sich aus einer sogenannten »Kommunalehe« ein Zustand des »Mutterrechts« und aus diesem erst Raub-, Kaufehe, Vaterrecht etc. entwickelt habe, teilen wir vollkommen und möchten ihn mit Hinsicht darauf noch besonders auf die trefflichen Aufsätze von C. KAUTSKY im Kosmos, Bd. XII, S. 190, 256, 329 (Die Entstehung der Ehe und Familie), die ihm unbekannt geblieben zu sein scheinen, aufmerksam machen. B. V.

Prodromus Faunae Mediterraneae sive Descriptio Animalium maris mediterranei incolarum, quam comparata silva rerum quatenus innotuit adjectis locis et nominibus vulgaribus eorumque auctoribus in commodum Zoologorum congessit JULIUS VICTOR CARUS. Pars I. Coelenterata, Echinodermata, Vermes. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch). 1884. VI, 283 S. gr. 8°. Preis M. 12.—

Während die Engländer schon längst eine ganze Anzahl von Werken besitzen, welche vollständige Zusammenstellungen und Beschreibungen der ihre Meere und Küsten bewohnenden Seetiere enthalten, Lokalfaunen also, welche die Bestimmung und Untersuchung dieser Tiere ungemein erleichtern, hat es bisher für das alljährlich von ganzen Scharen jüngerer und älterer Zoologen aus allen Ländern vorzugsweise aufgesuchte Mittelmeer an einem solchen Not- und Hilfsbüchlein durchaus gefehlt. Wer sich vergegenwärtigt, daß es in weit überwiegender Mehrzahl Deutsche sind, welche von den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts an die eigentlich wissenschaftliche Bearbeitung der an jenen sonnigen Gestaden sich entfaltenden Lebensfülle unternommen haben und noch fortführen, der wird es auch begreiflich finden, daß von gleicher Seite dieser erste umfassende Katalog der Mittelmeerfauna geschaffen worden ist. Welche Summe von Arbeit in diesen bescheidenen Blättern aufgespeichert ist, kann nur der Kundige ermessen; daß aber wohl keiner hierzu geschickter und berufener war als der hochverdiente Historiograph und Bibliograph der Zoologie, davon sind wir von vornherein überzeugt, auch wenn wir nicht erführen, daß er schon vor fünfundzwanzig Jahren während eines längeren, selbständigen Forschungen gewidmeten Aufenthalts in Messina den Plan zu diesem Werke gefaßt, seither im stillen Material dazu gesammelt hat und vor acht Jahren ernstlich an die Ausarbeitung desselben herangetreten ist. Aber freilich, mehr als ein »Vorläufer« konnte es trotz alledem nicht werden. Bei solchem Versuch zeigt sich erst deutlich, wie große Gebiete dieses doch verhältnismäßig kleinen Meeresbeckens noch völlig unerforscht, wie dünn auch in den besser bekannten (mittleren und westlichen) Teilen die Punkte gesät sind, von denen annähernd genügende Vorarbeiten über die einheimischen Vertreter aus

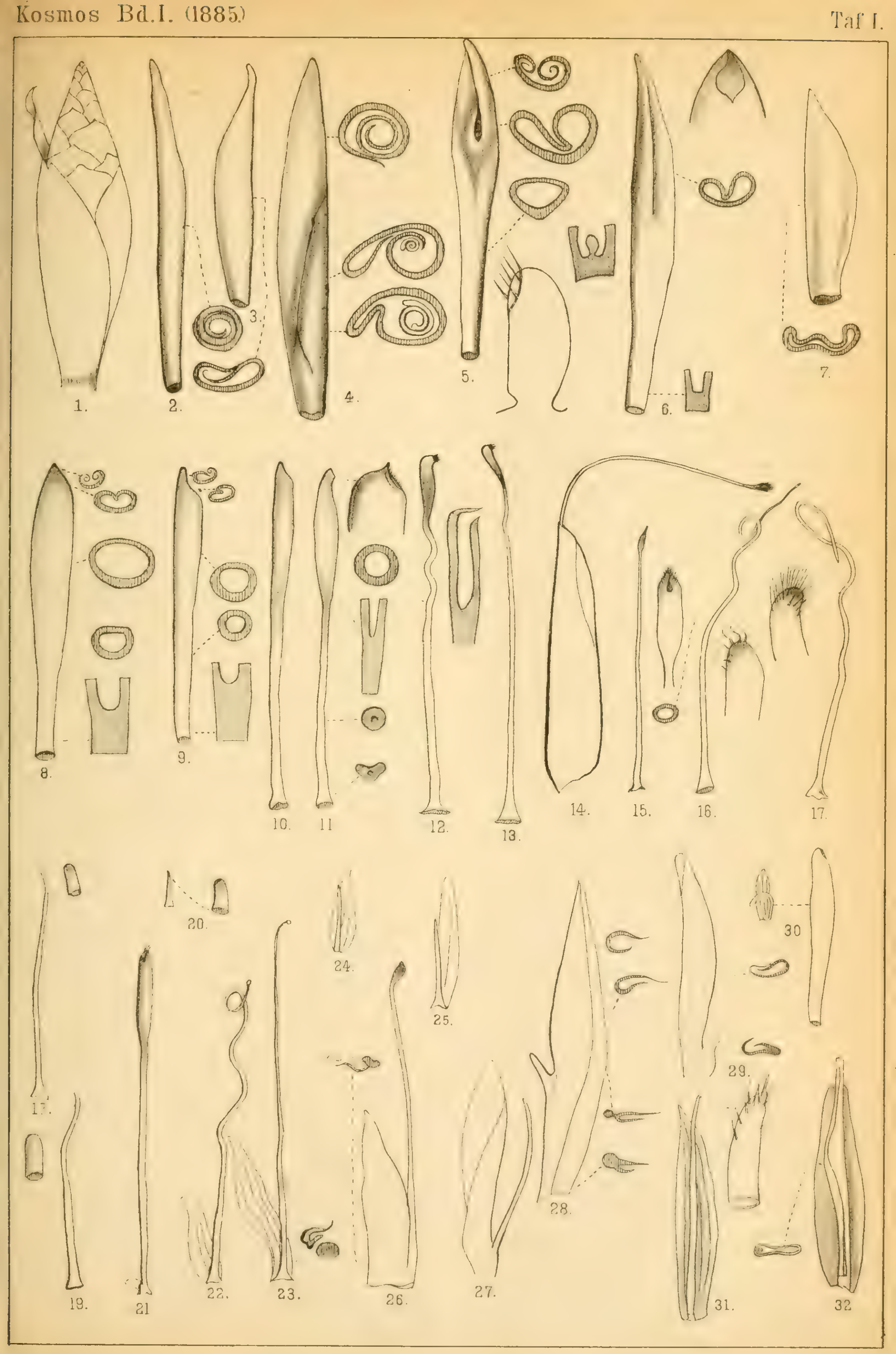
allen Klassen des Tierreiches vorliegen. Aus diesem Grunde mußten auch zwei große Gruppen, die Protozoen und die Spongien, einstweilen ganz unberücksichtigt bleiben, und die Ungleichförmigkeit der vorhandenen Diagnosen machte es bei den andern Abteilungen unmöglich, die auszeichnenden Merkmale der zusammengehörigen Arten, Gattungen u. s. w. in tabellarischer Form zusammen zu stellen. In Anbetracht solcher Schwierigkeiten ist das hier Gebotene um so höher zu schätzen. Das stattliche Buch wird fortan nicht bloß dem »Meerzoologen« unentbehrlich sein: seitdem die zoologische Station in Neapel ihre herrlich konservierten Sammlungen überall hin verschickt, wird sich auch jede mit diesen unschätzbaren Anschauungsmitteln ausgerüstete Lehranstalt behufs leichter Orientierung an diesen zuverlässigen Führer wenden müssen. Der zweite (Schluß-) Band des Werkes soll noch im Laufe dieses Jahres erscheinen und die Bryozoen, Krustentiere, Fische und Säugetiere umfassen. Wohl nur aus Versehen sind in der betr. Ankündigung die Mollusken, die Tunikaten und die Reptilien (Seeschildkröte) weggelassen worden.

B. V.

Der Käfersammler. Praktische Anleitung zum Fangen, Präparieren, Aufbewahren und zur Aufzucht der Käfer. Herstellung von trockenen Insektenpräparaten, Anfertigung mikroskop. Objekte, Anlage biolog. Sammlungen, Insektarien u. s. w. Nebst ausführlichem Käferkalender. Herausgegeben von A. Harrach. Weimar, B. F. Voigt, 1884. XII, 308 S. kl. 8⁰. (M. 3.—.)

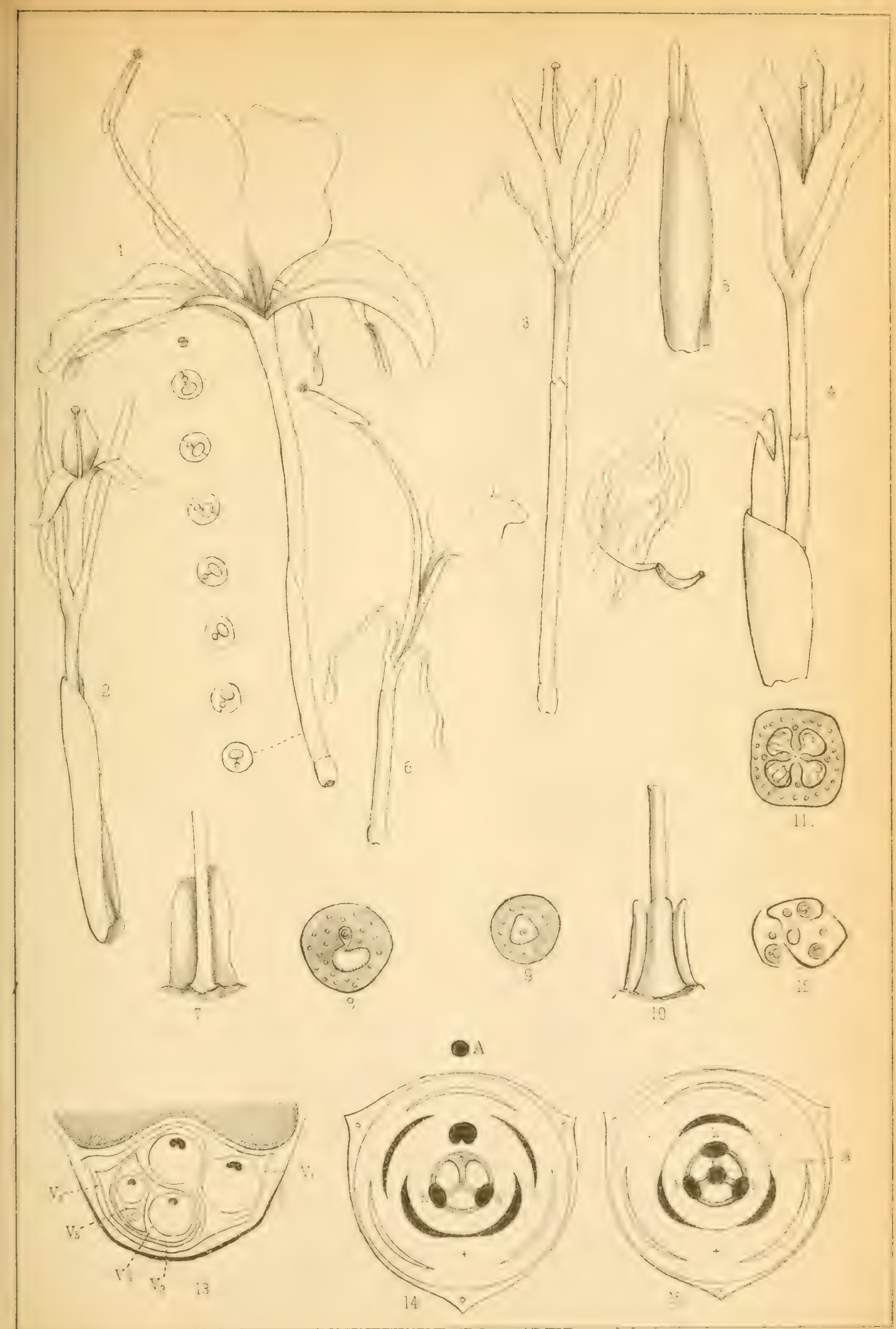
Eigentlich sagt uns der Titel schon, was alles in diesem handlichen Büchlein zu finden ist, und wir brauchen fast nur beizufügen, daß der sachkundige Verfasser damit dem Anfänger eine sehr praktische Anleitung, dem Fortgeschritteneren eine kaum je versagende Hilfe in allen schwierigeren Fällen in die Hand gegeben hat. Es wird genügen, den Reichtum des Inhalts in einigen Hinsichten anzudeuten. Unter den Angaben von zur Auffindung eigenartiger Formen besonders günstigen Örtlichkeiten nehmen diejenigen über den „Fang von Ameisenfreunden (Myrmekophilen)“ nicht weniger als 10, von Mist- und Aasfressern 4 Seiten ein, und hier wie in allen ähnlichen Abschnitten finden sich stets ausführliche Verzeichnisse dessen, was und in welchen Monaten am besten da oder dort, z. B. bei jeder einzelnen Ameisenart etc., zu suchen ist. Als beachtenswerten Vorzug heben wir hervor, daß die Aufzucht von Käfern sehr eingehend besprochen und zu Versuchen damit lebhaft geraten wird: nichts ist in der That besser geeignet, den bloßen Sammler auch zur Vornahme biologischer Beobachtungen überzuleiten, als die Pflege der Tiere während ihrer Entwickelung. Ein 30 Seiten langes Verzeichnis der Fundplätze von Käferlarven an Pflanzen ergänzt dieses Kapitel in trefflicher Weise. — Später wird noch einmal besonders erörtert, was etwa in eine „biologische“ Sammlung gehört und wie eine solche am passendsten anzulegen ist. — Einzig der Käferkalender ist unpraktisch eingerichtet. Die in jedem Monat auftretenden Käfer sind in systematischer Folge, aber ohne jede übersichtliche Gruppierung hintereinander aufgeführt, jeweils mit den nötigen Notizen. Ein solches Verzeichnis bleibt nun zwar in den Wintermonaten noch leidlich übersichtlich, im Sommer aber hat man z. B. nicht weniger als 32 bezw. 26 Seiten zu durchblättern, bevor man nur herausfindet, daß man die vorzugsweise im Mai bezw. Juni anzutreffenden Arten vor sich hat. Auch ein alphabetisches Namenverzeichnis würde die Brauchbarkeit wesentlich erhöhen. Druckfehler haben wir lobenswert wenige gefunden.

Ausgegeben den 10. Juni 1885.



Fritz Müller del.





Müller del.



KOSMOS.

Zeitschrift

für die gesamte Entwickelungslehre,

unter Mitwirkung zahlreicher namhafter Forscher

herausgegeben

von

Dr. B. Vetter.

Jahrgang 1885. Zweiter Band.

Juli — Dezember.

(Der ganzen Reihe IX. Jahrgang. XVII. Band.)

Mit Taf. I, II und mehreren Holzschnitten.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1885.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg. Carl Grüninger. Stuttgart.

Abhandlungen.

Wissenschaftliche Rundschau.

Biologie.

Botanik.

Geologie.

Physiologie.

Psychologie.

Zoologie.

Litteratur und Kritik.

Autoren-Register.

A. bedeutet Abhandlungen. R. Autoren der unter „Wissenschaftliche Rundschau", L. Autoren der unter „Litteratur und Kritik" besprochenen Werke. Vf. M. Verfasser von Mitteilungen in der „Wissenschaftlichen Rundschau", Vf. L. Verfasser von Litteraturbesprechungen.

Sach-Register.

Verzeichnis der Mitarbeiter.

Dr. Asper (Zürich), Dr. J. von Bedriaga (Nizza), Prof. Dr. C. Berg (Buenos Aires), Dr. R. S. Bergh (Kopenhagen), Dr. K. Brandt (Neapel), Dr. W. Breitenbach (Frankfurt), Dr. Ed. Brückner (Hamburg), B. von Carneri (Marburg a. D.), Prof. Dr. C. W. von Dalla Torre (Innsbruck), Dr. O. Dammer (Berlin), Francis Darwin (Down, Kent), Prof. Dr. J. Delboeuf (Lüttich), Baron N. von Dellingshausen (Kattentack), Prof. Dr. A. Dodel-Port (Zürich), Dr. C. Düsing (Aachen), Dr. C. du Prel (München), Dr. H. Eisig (Neapel), Herm. Engelhardt (Dresden), Prof. Dr. H. Fischer (Freiburg i. B.), Prof. Dr. Max Flesch (Bern), Dr. W. O. Focke (Bremen), Prof. Dr. H. Fol (Genf), Prof. Dr. A. Forel (Zürich), Dr. J. Forsyth Major (Florenz), Dr. C. Franke (Leisnig), Prof. Dr. K. v. Fuchs (Oedenburg), Prof. Dr. M. Fürbringer (Amsterdam), Prof. Dr. E. Geinitz (Rostock), Dr. A. Goldberg (Chemnitz), Prof. Dr. L. von Graff (Graz), Dr. H. Griesbach (Basel), Prof. Dr. A. Gruber (Freiburg i. B.), Prof. Dr. S. Günther (Ansbach), Prof. Dr. Gumplowicz (Graz), Prof. Dr. E. Haeckel (Jena), Dr. Ferd. Hauck (Triest), Dr. Fr. Heincke (Oldenburg), Dr. E. Heinricher (Graz), Dir. Dr. Th. de Heldreich (Athen), Friedrich v. Hellwald (Stuttgart), Dr. H. Henking (Göttingen), Prof. Dr. O. Hertwig (Jena), Prof. Dr. R. Hertwig (München), Prof. Dr. A. Herzen (Lausanne), Prof. Dr. F. Hilgendorf (Berlin), Prof. Dr. Hörnes (Graz), Prof. Dr. E. Hoffer (Graz), Prof. Dr. G. Hoffmann (Dresden), Dr. J. Holetschek (Währing b. Wien), Prof. Dr. A. A. W. Hubrecht (Utrecht), Prof. Th. H. Huxley (London), Dr. H. von Ihering (Rio Grande, Bras.), Dr. Fr. Johow (Bonn), Dr. S. Kalischer (Berlin), Dr. Conr. Keller (Zürich), Dr. Rob. Keller (Winterthur), Dr. J. von Kennel (Würzburg), Prof. Dr. G. von Koch (Darmstadt), Clemens König (Dresden), Dr. Fr. Th. Köppen (Petersburg), Dr. W. Köppen (Hamburg), Prof. Dr. J. Kollmann (Basel), Dr. E. Krause (Berlin), Dr. A. Lang (Jena), G. Lindner (Zschopau), Sir John Lubbock (London), Prof. Dr. Luchsinger (Bern), Dr. F. Ludwig (Greiz), Prof. Dr. Hub. Ludwig (Giessen), Prof. Dr. P. Magnus (Berlin), Prof. O. C. Marsh (New-Haven), Dr. W. Marshall (Leipzig), Prof. Dr. A. Maurer (Lausanne), J. Mestorf (Kiel), Prof. Dr. Ernst von Meyer (Leipzig), Dr. Jos. Moeller (Mariabrunn b. Wien), Dr. Fritz Müller (Blumenau, Bras.), Dr. Wilh. Müller (Greifswalde), Dr. J. Nathan (Berlin), Prof. Dr. A. Nehring (Berlin), Alfr. Nossig (Lemberg), A. Passow (Jena), Prof. Dr. Albr. Penck (Wien), Dr. Henry Potonié (Berlin), Prof. Dr. W. Preyer (Jena), W. von Reichenau (Mainz), Dr. C. Rieger (Würzburg), Prof. G. J. Romanes (London), Dr. E. Roth (Berlin), Dr. W. Roux (Breslau), Dr. A. F. W. Schimper (Bonn), Dr. Emil Schmidt (Leipzig), Direktor Dr. Max Schmidt (Berlin), Prof. Dr. O. Schmidt (Strassburg), Prof. Dr. Fr. Schultze (Dresden), Dr. G. Seidlitz (Königsberg), Prof. Dr. B. Solger (Halle), Prof. Dr. J. Soury (Paris), Herbert Spencer (London), Dr. J. W. Spengel (Bremen), Berthold Thorsch (Prag), G. Tornier (Leipzig), Dr. A. Tschirch (Berlin), Dr. Vaihinger (Strassburg), Dr. G. C. J. Vosmaer (Neapel), Prof. Dr. M. Wagner (München), Dr. H. Wankel (Olmütz), Prof. Dr. A. Weismann (Freiburg i. B.), Prof. Dr. A. Wernich (Berlin), Dr. A. Wernicke (Braunschweig), D. J. Wetterhan (Freiburg i. B.), Prof. Dr. R. Wiedersheim (Freiburg i. B.), Prof. Dr. L. Wittmack (Berlin), Dr. L. Würtenberger (Karlsruhe), L. Zehnder (Basel), Rud. Zeller (Zürich), Dr. J. E. Zilliken (Genua), Prof. Dr. W. Zopf (Halle a. S.).



Altes und Neues über Pepsinbildung, Magenverdauung und Krankenkost,

gestützt auf eigene Beobachtungen an einem gastrotomierten Manne.

Von

A. Herzen.

Zweiter Teil: **Das Neue.**

I.

Der Winzer Heinrich Baud, 28 Jahre alt, suchte Mitte April 1883 das Kantonshospital von Lausanne auf. Schon im Dezember 1882 war er zum erstenmale wegen Magenschmerzen und Erbrechen in dasselbe aufgenommen worden, er hatte es jedoch nach Verlauf von vierzehn Tagen wieder verlassen. Den Winter verbrachte er ohne allzugroße Beschwerden; er verdaute zwar schlecht, erbrach jedoch nicht. Von Zeit zu Zeit litt der Patient an Magenschmerzen, die aber weder hinsichtlich der Zeit ihres Auftretens, noch hinsichtlich ihres Sitzes irgend etwas Bestimmtes hatten.

Anfangs April trat ohne erkennbare Ursache eine Verschlechterung in seinem Zustande ein: die Schmerzen nahmen die ganze Regio epigastrica ein, traten täglich unmittelbar nach der Mahlzeit auf und hielten so lange an, bis der Magen durch Erbrechen von seinem Inhalt befreit war. Blut war niemals in den erbrochenen Speisen bemerkbar. Der Kranke magerte schnell ab, die Kräfte schwanden, die Verdauung wurde immer unvollständiger. Nach Verlauf von vierzehn Tagen suchte Baud, wegen seines Zustandes beunruhigt, von neuem das Hospital auf und wurde am 17. April in dasselbe aufgenommen.

Ich teile nachstehend einen kurzen Auszug aus dem Krankenbericht mit, den Dr. de Cérenville über diesen Fall angefertigt hat.

„Der Fall war zwar interessant, bot uns aber auch viele Schwierigkeiten. Es bestand in der That beim ersten Anblick ein sonderbarer Kontrast zwischen dem sehr schlechten Gesamtaussehen und den örtlichen Erscheinungen.

„Baud, offenbar von sehr kräftigem Bau, war schwerleidend, mager, cyanotisch, fröstelnd, er erbrach, sobald er irgend eine Speise zu sich genommen hatte, die Augen waren eingesunken, die Stimme matt, die Zunge belegt, der Bauch abgeflacht, hart, eingezogen, die Wirbelsäule durch die kontrahierten Därme hindurch

fühlbar wie in der Bleikolik, Druck auf das Kolon ist leicht schmerzhaft; Stuhlverstopfung seit mehreren Tagen, die Körpertemperatur beträgt 36,8°.

„Um die Schrumpfung des Unterleibes zu heben, wurden zunächst Opiumklystiere angewendet, doch ohne Erfolg; der Zustand verschlechterte sich, die Temperatur sank auf 35,8°, der Puls verlangsamte sich in besorgniserregendem Maße, heiße Bäder brachten die Körpertemperatur nur wenig zum Steigen. Auf jeden Ernährungsversuch erfolgt Erbrechen, die Stuhlverstopfung dauert an.

„Nach weiteren fünf Tagen sollte künstliche Ernährung versucht und zu diesem Zwecke eine Schlundsonde eingeführt werden. Doch zu meinem großen Erstaunen wurde ein Hindernis eruiert, welches sich an der Cardia befand; denn die Sonde saß 39 cm vom Rande der Schneidezähne entfernt fest.

„Nachdem die an der Cardia bestehende Verengerung festgestellt war, mußte die Natur derselben erforscht werden, da hiernach sich erst die erforderlichen therapeutischen Maßnahmen bestimmen ließen. Baud sah nicht derartig kachektisch aus, wie es bei an Krebs leidenden Patienten der Fall ist, er war nur durch mangelhafte Ernährung heruntergekommen. Die Bronchialganglien schienen ebenso wenig gereizt wie die Lungenmagennerven, was sonst bei krebsartigen Tumoren der unteren Region der Speiseröhre der Fall zu sein pflegt. Die Resistenz des Hindernisses war fest, der Sondenschnabel ruft beim Auftreffen keine Blutung hervor und fördert kein noch so kleines Tumorfragment zu Tage.

„Durch sorgsame Untersuchung des Herzens, des Thorax, des Zirkulationsapparates wird jede Geschwulst der Lymphdrüsen oder ein Aneurysma ausgeschlossen. Eine Einführung von Kaustica — Säuren oder Alkalien — deren Folgezustand eine Verengerung ja sein kann, oder ein ähnlicher Unfall hatte nicht stattgefunden, wie die Anamnese ergab. Durch Narbenschrumpfung infolge eines an der Cardia vorhanden gewesenen Magengeschwürs konnte der Verschluß auch nicht zu stande gekommen sein, denn Baud ist zwar dyspeptisch, aber er klagte nur über magenkrampfartige Schmerzen seit einem Jahre, eine Magenblutung war nie aufgetreten. Es konnte sich um eine ringförmige, nicht krebsartige Verhärtung infolge einer chronischen Dyspepsie handeln, welche höchst wahrscheinlich eine über ihr gelegene Speiseröhrenerweiterung zur Folge hatte und mithin das Primäre war.

„Unter dem Einfluß eines Säureüberschusses und des Erbrechens verdickt sich die Schleimhaut an der Cardia und hindert den Durchtritt eines Teils der Speisen, die Speiseröhre wird hierdurch erweitert und die stagnierenden und sich zersetzenden Speisen unterhalten einen beständigen Reizzustand an der Cardia, dessen endliche Folge Verhärtung ist, so daß sich an ihr ein fibröser Ring bildet; so stelle ich mir die Aufeinanderfolge der Krankheitszustände vor.

„Wie dem auch sei, man mußte bei der unserm Patienten drohenden Gefahr an schleunige Hilfe denken, denn die Abmagerung und der Kräfteverfall machten schnelle Fortschritte, die kapilläre Zirkulation war behindert, die Temperatur sank, der Puls wurde immer schlechter und sank in seiner Frequenz bis auf 48, eine Ernährung vom Munde aus war unmöglich und die während der letzten Tage gebrauchten Pankreas-Klystiere schienen gänzlich erfolglos zu sein.

„Unter diesen Umständen blieb uns nur noch ein Mittel übrig, nämlich die Eröffnung des Magens und die Herstellung einer Fistel. Mein Kollege Dr. Dupont war derselben Ansicht und operierte den Patienten daher am 5. Mai, assistiert von Dr. Secretan, Berdez und Soutter.

„Eine 5 cm lange Inzision wurde links ungefähr parallel den falschen Rippen gemacht, Muskeln, Aponeurosen, Peritonäum schichtweise getrennt, der Magen in die Wunde hineingezogen. Darauf wurden die Magenwand, Peritonäum und die Deckschichten vermittelst Catgut- und Metallnähten vereinigt und die Wunde mit einem Lister-Verband bedeckt. Die Operation war von keinem nachteiligen Einfluß auf den Patienten, denn die Temperatur betrug morgens 36,6, abends 37,3, die Pulsfrequenz betrug 60.

„Am übernächsten Tage wurde der Verband abgenommen, die in der aseptischen Wunde befindliche Magenwand inzidiert ohne Schmerz und beträchtlichen Blutverlust. Durch die nun bestehende Fistel wurde vermittelst eines Trichters ein achtel Liter Bouillon in den Magen gegossen, des Abends erhielt der Patient ein viertel Liter. Sein Aussehen besserte sich sogleich, seine Kräfte fühlte er wieder wachsen. Am 8. Mai erhielt er zweimal ein halbes Liter Bouillon, dar-

auf Milch. Die bisher gebrauchten Klystiere aus rohem Fleisch und Pepsin wurden ausgesetzt.

„Die Heilung bot nichts Abnormes, abgesehen von einer kleinen Phlegmone in der Muskelschicht, welche durch eine Gegeninzision zur Heilung gebracht wurde. Am achten Tage konnten die Nähte entfernt werden. Die tägliche Nahrung bestand vom 13. Mai ab aus 12 Deziliter Milch, 6 dl Bouillon, zwei Eiern, 100 g rohem Fleisch; etwas später erhielt der Patient noch pulverisierten Zwieback in Milch und 200 g Fleisch anstatt 100 g. BAUD machte jetzt schnelle Fortschritte, sein Körpergewicht, welches nach Anlegung der Fistel 48 kg betragen hatte, war Ende Juli auf 60 kg gestiegen, er stand auf und verbrachte den ganzen Tag außerhalb des Bettes.

„Meine fortgesetzten Versuche, die Durchgängigkeit der Cardia wieder herzustellen, blieben ohne jeden Erfolg; keine noch so dünne Sonde ging durch die Verengerung, sie saß immer 39 cm vom Rand der Schneidezähne fest; ich versuchte endlich noch von der Fistel aus eine Sonde durch den Magen und die Cardia nach der Speiseröhre vorzuschieben, doch es gelang mir niemals, mit dem in der Richtung der Cardia eingeführten Sondenschnabel auf irgend eine Öffnung zu treffen, obwohl man anzunehmen berechtigt war, daß die gegen die Cardia konvergierenden Schleimhautfalten die Sonde richtig leiten würden."

Dieser in vielen Hinsichten außerordentlich günstige Fall stand mir wider Erwarten zu Gebote, um die Magenverdauung beim Menschen und besonders um die Entstehung des Pepsins unter dem Einfluß der SCHIFF'schen Peptogene zu studieren. Wie oft hatte ich diesen Einfluß an Hunden beobachten können: jetzt endlich war es mir möglich, zum erstenmale ihn direkt am Menschen festzustellen, jetzt war ich in der Lage, nicht nur eine neue Bestätigung der experimentellen Resultate SCHIFF's zu liefern, sondern auch eine unbezweifelbare Bestätigung der Konsequenzen, der hygienischen und therapeutischen Anwendungen zu geben, welche schon SCHIFF aus ihnen gefolgert und die, von vorurteilsfreien Ärzten erprobt, vortreffliche Resultate ergeben hatten, so daß schon hierdurch ein zwar indirekter, aber sicherer Kontrollbeweis geliefert wurde.

Ich sagte, daß der Fall in vielen Beziehungen sehr günstig lag; dies war auch in der That so, denn ich hatte es mit einem jungen, vollständig gesunden Manne zu thun, der nur eine chirurgische Läsion besaß, im übrigen aber sich eines guten Appetits erfreute, die verschiedensten und reichlichsten Mahlzeiten, welche mit Hilfe eines gehörig großen Trichters eingeführt wurden, mit der größten Schnelligkeit verdaute und an Kräften und Körpergewicht sehr schnell zunahm. Noch einen günstigen Umstand kann ich nicht unerwähnt lassen. Die wechselnden und oft sehr beträchtlichen Mengen verschluckten Speichels fehlten fast ganz; freilich war derselbe nicht völlig ausgeschlossen, denn der Verschluß der Speiseröhre war kein vollständiger, wie ich mich seit Anfang Juni überzeugen konnte. Als ich nämlich BAUD 50 ccm intensiv gefärbten Heidelbeersyrup verschlucken ließ, war nach Verlauf einer viertel Stunde nichts in den Magen hineingelangt, jedoch nach Verlauf einer halben Stunde war der Mageninhalt leicht rosa, nach Verlauf von dreiviertel Stunden lebhaft rot gefärbt[1]. Jedenfalls war der Durchgang sehr eng, so daß der

[1] Sechs Monate später bemerkte ich freilich, daß Flüssigkeiten viel leichter durchgingen und daß Baud sich dies zu nutze machte, um in unbewachten Zeiten jede Art von Getränken, besonders Milch und Cognac zu verschlucken. Am 6. Februar 1884 konnte Dr. Roux mit Hilfe eines kleinen Spekulums und eines Kehlkopfspiegels die Cardia sehen und die Striktur mit einer der feinsten Sonden

Speichel nur sehr langsam und mit einer gewissen Regelmäßigkeit in den Magen gelangen konnte, die etwa vorhandene Menge mußte mithin klein sein und sich immer gleich bleiben, weshalb dieselbe in diesen nur vergleichsweisen Versuchen unberücksichtigt bleiben konnte.

Ich mußte mich jedoch bald überzeugen, daß in dem vorliegenden Falle auch sehr bedenkliche Übelstände vorhanden waren; denn in erster Linie war es mir unmöglich, bei dem Patienten der Hauptbedingung für das Gelingen der auf den Einfluß der Peptogene bezüglichen Versuche in aller Strenge Genüge zu thun, nämlich das Vorbereitungsmahl in der vorgeschriebenen Weise zur Ausführung zu bringen. Ich sah voraus, daß ich niemals als Ausgangspunkt meiner Beobachtungen die Apepsie erreichen würde, die man doch so leicht bei dem größten Teil der mit Fisteln versehenen Hunde erzeugt; ich war daher gezwungen, ein mehr mit einem weniger zu vergleichen, anstatt ein nichts mit etwas vergleichen zu können.

Zweitens deutete die Vollständigkeit der Magenverdauung bei dem Patienten an, daß die Pepsinproduktion bei ihm eine äußerst reichliche sei, und ich mußte daher befürchten, daß eine schon maximale Pepsinproduktion durch die Einführung der Peptogene nicht mehr gesteigert werden könne. Erhielt ich aber unter diesen Umständen dennoch ein positives Resultat, so war dieses offenbar ein um so bestimmterer Beweis für die Wirksamkeit der Peptogene.

Drittens mußte ich mich seit Beginn der Beobachtungen überzeugen, daß bei meinem Individuum fast beständig eine wechselnde, aber oft sehr beträchtliche Menge Galle im Magen vorhanden war; diese Beobachtung kam mir ganz unerwartet, da weder Beaumont noch Richet dieses Umstandes Erwähnung thun, welchen ich beim Hunde nie beobachtet hatte, und da ich damals die Dissertation von Gruenewald (Dorpat 1853) nicht kannte. Man sieht leicht ein, wie sehr die Gegenwart des Duodenalinhalts den Gang der Verdauung komplizieren und verändern, wie viel Unregelmäßigkeiten sie in denselben bringen konnte, die vielleicht die regelmäßigen Schwankungen vernichteten, welche ich beobachten wollte und von denen das Ergebnis meiner Beobachtungen abhing. Trotz dieses entmutigenden Umstandes beschloß ich fortzufahren, da ich die Hoffnung hatte, den Beweis a fortiori zu liefern. Denn wenn endlich trotz aller dieser schweren Übelstände die Peptogene dennoch ihre Wirkung entfalteten, dann war ihre Wirksamkeit auf eine gänzlich endgültige Weise erwiesen.

Ich stellte daher eine hinreichend große Anzahl von Beobachtungen an, deren Plan folgender war: Dem Patienten wurde um 7 Uhr abends eine reichliche Mahlzeit gereicht, darauf wurde dafür gesorgt, daß er bis zum Morgen nichts zu sich nahm. Um 6 Uhr morgens wurde der Versuch bei leerem Magen begonnen; man untersuchte die im nüchternen

---

überwinden; später gelang es ihm, eine englische Sonde Nr. 7 einzuführen. Im Februar 1885 konnte H. Favrat mit einer 5 mm dicken Sonde vom Magen in die Speiseröhre vordringen. Es begreift sich leicht, wie sehr diese zunehmende Leichtigkeit des Verschluckens verbunden mit der unbesieglichen Gierigkeit des Patienten meine während d. J. 1884 angestellten Beobachtungen stören mußte.

Magen enthaltene Flüssigkeit und führte als Frühstück das zerkleinerte Albumen von drei harten Eiern mit 200 bis 300 g Wasser ein. Außerdem brachte man in den Magen drei kleine Netze von Seidenfäden, deren jedes 8 kleine, sehr regelmäßige und immer gleich große Albumenwürfel enthielt und die man beliebig wieder herausziehen konnte. Die Fistel wurde stündlich geöffnet und Mageninhalt zur Untersuchung herausgenommen, zur selben Zeit wurde aber auch immer eins der drei Säckchen herausgezogen, um den Gang der Verdauung im Innern des Magens durch die Volumenverminderung der Albumenwürfel festzustellen; diese mußten außerdem in einer antiseptischen Flüssigkeit aufbewahrt werden, um als objektive Beweise des Ergebnisses einer jeden Beobachtung zu dienen. Sobald man nun einmal auf diese Weise eine ungefähre Vorstellung von dem gewohnten Gange der Verdauung erlangt hatte, konnte man dazu übergehen, mit dem das Frühstück begleitenden Wasser verschiedene Substanzen einzuführen. Man konnte dabei den Einfluß auf die Verdauung im Innern des Magens und auf die verdauende Kraft der stündlich entnommenen Flüssigkeitsproben studieren.

Doch all dies erforderte eine so anstrengende Aufmerksamkeit und nahm so viel Zeit in Anspruch, daß ich gleich von Beginn der ersten Beobachtungen an das Prinzip der Arbeitsteilung zu Hilfe nehmen mußte, und gern benutze ich diese Gelegenheit, um Herrn A. Favrat, stud. med., und Herrn Dr. C. Roux meinen Dank auszusprechen, die jeder einen Teil der Besorgungen auf sich nahmen, während ich mich mit einer weiterhin zu erwähnenden Nebenuntersuchung beschäftigte; auch Herrn Danilewski, welcher die Güte hatte, einige Analysen auszuführen, um den Peptongehalt mehrerer zu verschiedenen Perioden der Verdauung aus dem Magen entnommener Probeflüssigkeiten festzustellen, muß ich meinen lebhaftesten Dank abstatten.

Nunmehr können wir zur Durchsicht der erhaltenen Resultate übergehen.

II.

Erste Reihe.

Diese in vielen Beziehungen mangelhafte Versuchsreihe hat dennoch zu interessanten Ergebnissen geführt, von denen allein jetzt die Rede sein soll.

A. Es war unsere Absicht, den normalen Verlauf der Verdauung festzustellen und die Abänderungen zu erforschen, welche die letztere unter experimentell hergestellten und successive einwirkenden Einflüssen erleiden würde. Zu diesem Zwecke führten wir in den Magen drei kleine, weitmaschige, aus Seidenfäden gefertigte Beutel ein, von denen jeder dieselbe Anzahl frisch koagulierter Albumenwürfel von ungefähr 125 cmm Volumen enthielt, außerdem eine Fibrinflocke von Rinderblut herstammend, die ungefähr 1 ccm Volumen hatte. Die erwähnten Beutel sollten nach Verlauf von einer, von zwei und von drei Stunden wieder aus dem Magen herausgezogen werden. Das Fibrin diente als sehr empfindliches Reaktionsmittel; denn es mußte durch sein Verschwinden vom Beginn des Versuchs an die Anwesenheit eines pepsinhaltigen, wirksamen Magensaftes anzeigen, während, wenn es intakt blieb, dies ein Beweis dafür war, daß das peptonisierende Ferment fehlte; der Zustand der Albumenwürfel mußte die Schnelligkeit des Verdauungsvorganges erkennbar machen. Mit Ausnahme einiger außergewöhnlicher Fälle haben wir sie

schnell genug abnehmen sehen, besonders im zweiten und dritten Säckchen. Wir brachten diese Würfel, nachdem sie gut mit Wasser abgespült worden waren, in kleine Probiergefäße, die mit einem Gemisch aus gleichen Teilen Glycerin und einer gesättigten Borsäurelösung angefüllt waren.

Oft genug ereignete es sich, daß wir den Inhalt des ersten Säckchens, Albumen und Fibrin, gänzlich intakt fanden, bisweilen fand sich auch noch in dem zweiten Säckchen ein Rest Fibrin vor und das Albumen war nur oberflächlich angegriffen. Wir glaubten zuerst, das Pepsin habe während der ersten Stunde nach dem Mahle gefehlt und dessen Sekretion habe erst im Laufe der zweiten Stunde begonnen, doch dem war nicht so; denn wir bemerkten bald, daß das Fibrin sich in der angegebenen Mischung aus Glycerin und Borsäure auflöste und auch die Albumenwürfel nach erfolgter Auflösung des Fibrins das charakteristische Aussehen anzunehmen begannen, welches dem beginnenden Verdauungsprozeß gerade unterworfene Würfel anzunehmen pflegen; in denjenigen Probiergefäßen dagegen, in denen kein Fibrin war, hielten sich dieselben viel besser. Das Fibrin (und vielleicht auch das Albumen) hatte sich offenbar mit Ferment imprägniert, ohne sich aufzulösen. Ich entschloß mich nun, unsere ganze Sammlung zu opfern, um mir über den Zustand der Dinge Gewißheit zu verschaffen. Das Glyceringemisch wurde abgegossen und durch 2 $^0/_{00}$ Salzsäure ersetzt, darauf wurden die Probiergefäße in den Brütofen einer Temperatur von 40° ausgesetzt. Am folgenden Tage enthielten sie nur eine klare Flüssigkeit, das ganze Albumen hatte sich aufgelöst[1]. Man konnte mithin nicht mehr an der Thatsache zweifeln, daß selbst das koagulierte Albumen eine gewisse Quantität Ferment absorbiert und festhält, und zwar jedenfalls eine solche, welche für seine eigene Auflösung genügend ist.

Um nun festzustellen, wie viel Ferment das Albumen fixierte, brachte ich in jedes Probiergefäß (es waren deren vierzig) ein Stückchen Albumen, welches jedoch zu meiner großen Überraschung, selbst nachdem es mehrere Tage im Brütofen gestanden hatte, nicht verändert wurde; nur in einigen Probiergefäßen, welche Fibrin enthalten hatten, war eine Veränderung vorgegangen. Sodann brachte ich in alle diejenigen Probiergefäße, in denen das Albumen intakt blieb, eine kleine Fibrinflocke, um mich so wirklich zu vergewissern, daß keine Spur von Pepsin vorhanden war. Diese durch die Säure aufgelockerte Flocke blieb denn auch während mehrerer Tage vollständig erhalten.

Die Schlußfolgerung, welche sich aus diesen Thatsachen ergibt, ist eigentümlich genug; denn es gibt (unbestimmte) Umstände, unter denen das Albumen eine und auch zwei Stunden im Magen verweilen kann, ohne sichtlich verändert zu werden, trotzdem ein Ferment vorhanden ist, mit dem es sich imprägniert. Die Albumenstückchen behalten in diesen Fällen genau diejenige Quantität Ferment zurück, welche für ihre eigene Auflösung erforderlich ist. Es verhält sich jedoch nicht immer genau so; denn ich habe in einigen Fällen, in denen der Magensaft an Pepsin äußerst arm war, beobachtet, daß die Albumenwürfel nur eine für ihre Auflösung ungenügende Menge zurückbehielten, während wiederum in einigen Fällen eines sehr pepsinreichen Magensaftes sie mehr davon enthielten, als für ihre Auflösung erforderlich war, so daß nach beendigter Auflösung neue in das Gemisch gebrachte Albumenwürfel ebenfalls aufgelöst wurden. Dieser letzte Fall traf im allgemeinen an denjenigen Tagen ein, an denen die Peptogenisation gut gelungen war. Dessenungeachtet lege ich diesem Umstande kein Gewicht bei; denn er gibt uns offenbar nur ein Kriterium der Stärke des Gehalts der pepsinhaltigen Lösung und nicht der absoluten Menge des vorhandenen Pepsins. Diese Bemerkung gilt für alle Versuche in gleicher Weise, die außerhalb des

[1] Wir haben aus diesem Grunde die Würfel, welche unsere Sammlung bilden sollten, in allen folgenden Versuchsreihen in Alkohol aufbewahrt.

Magens mit Proben von durch die Fistel entnommenem Magensaft angestellt wurden, wie es SCHIFF in seiner letzten Veröffentlichung über diesen Gegenstand angezeigt hat. Doch das Ergebnis unserer Versuche ist auch in anderer Hinsicht wichtig: es liefert nämlich den strikten Beweis, daß das Pepsin nicht durch einfachen Kontakt wirkt, daß eine bestimmte Menge von Pepsin auch nur eine bestimmte Menge Albumen auflösen kann, daß mithin das Pepsin durch die Ausübung seiner verdauenden Thätigkeit vernichtet wird, und es werden somit der experimentelle Beweis SCHIFF's für dieses Faktum sowohl als auch die Wahrscheinlichkeitsgründe GRÜTZNER's hierdurch noch bekräftigt.

B. Ich stellte ferner eine hinlänglich große Anzahl von Versuchen an, um die Schnelligkeit zu ermitteln, mit welcher der Magensaft die koagulierten Albumenstücke durchdringt. Zu diesem Zwecke brachte ich in jedes meiner Säckchen einen dicken Albumenwürfel von 10—12 mm Kante, um ihn schichtweise untersuchen zu können. Die Resultate, welche ich erhielt, waren folgende:

Nach Verlauf einer Stunde: Aussehen unverändert oder etwa der Zustand beginnender Verdauung, in diesem letzteren Falle die Ecken ganz leicht abgestumpft, die Oberflächen weniger gleichmäßig, scheinbar ein wenig gekörnt. Ich zerschneide den Würfel und drücke die Halbierungsfläche auf eine mit neutral reagierender Lackmustinktur durchtränkte Platte, es bleibt auf letzterer der Abdruck eines Vierecks zurück, dessen Konturen scharf durch einen roten Strich von der Dicke eines Millimeters ungefähr bezeichnet sind; die von den Konturen eingeschlossene quadratförmige Fläche sieht bläulich aus. Darauf entfernte ich mit einem Skalpell die sechs äußeren Flächenschnitte des Würfels und brachte sie mit ein wenig 2 ‰ Salzsäure in den Brütofen, sie wurden dort schnell verdaut.

Nach Verlauf von zwei Stunden: Die Ecken sind abgerundet, die Oberflächen haben Ähnlichkeit mit denen eines von einer Säure angeätzten Marmorstückes und sind ein wenig erweicht, das Volumen hat sichtlich abgenommen und macht nur noch ungefähr zwei Drittel aus; der zerschnittene Würfel wird auf ein Lackmustäfelchen gebracht, es bleibt dort der Abdruck eines roten Quadrats zurück, dessen scharf gezeichnete Begrenzungslinien eine Breite von ungefähr drei Millimeter haben und einen zentralen blauen Fleck einschließen; der letztere wird von vier ungefähr geraden Linien begrenzt, es sind jedoch die Winkel sehr abgerundet. Darauf trage ich zuerst die sechs äußern Flächenschnitte von ungefähr 1 mm Dicke ab und sodann die sechs folgenden, sowohl die einen als die andern werden in zwei Probiergefäßen in den Brütofen gebracht mit ein wenig 2 ‰ Salzsäure; die ersten sechs werden schnell verdaut, die zweiten sechs dagegen bleiben während mehrerer Tage absolut intakt. Die Verdauung des zentralen Stückes, welches die dem Albumen eigene alkalische Reaktion bewahrt hatte, versuchte ich gar nicht zu bewirken. Wir haben somit in diesem Falle eine äußere saure und pepsinhaltige Schicht und eine tiefer gelegene und dickere nur saure Schicht, welche kein Pepsin enthält.

Nach Verlauf von drei Stunden: Das Volumen ist bis auf ein Drittel vermindert, die Oberflächen sind sehr erweicht und bei der geringsten Berührung zerfallend; der zerschnittene Würfel hinterläßt auf dem Täfelchen einen in seiner ganzen Ausdehnung roten, unregelmäßig viereckigen Fleck; auch diesesmal sind es nur die äußeren Schichten, welche im Brütofen verdaut werden, der Rest, das zentrale Stück bleibt, obwohl es sauer ist, während einer unbegrenzten Zeit intakt.

Diese Beobachtungen scheinen mir zweierlei zu beweisen:

1. Der Magensaft dringt in die Tiefe der Albumenwürfel innerhalb der ersten Stunde ungefähr 1 mm, innerhalb der zweiten Stunde 3 mm ein.

2. Die Säure geht dem Pepsin voran und dringt viel schneller als das letztere gegen das Zentrum der Würfel vor.

Diese letzte Thatsache liefert einen neuen Beweis für die Anwesenheit einer freien Säure im Magensafte. Man gesteht gegenwärtig allgemein zu, daß die für gewöhnlich im Magen enthaltene Säure Salzsäure sei; SCHIFF hat nun durch entscheidende Versuche bewiesen, daß eine pepsinhaltige Flüssigkeit, um verdauend zu wirken, nicht nur mit der Salzsäure kombiniert sein, sondern daß auch ein Überschuß von freier Säure vorhanden sein muß. Oft habe ich die Anwesenheit dieses Überschusses von freier Säure in dem Magensaft des Hundes und des Menschen konstatiert durch die prachtvolle rotviolette Reaktion, welche er mit einer wässerigen Auflösung von Tropeolin O. O. gibt. Ich unterstreiche diese Worte; denn jene Methode ist bekanntlich die unvollkommenste und unsicherste; um so schwerwiegender ist jedoch ihre beweisende Kraft, wenn die Reaktion eintritt. Wenn sie dagegen nicht eintritt, so kann man deshalb nicht auf die Abwesenheit der freien Säure schließen; denn ich fand, daß die Gegenwart eines bestimmten Verhältnisses von Eiweißkörpern (die ja niemals im Magensaft fehlen) genügt, um das Eintreten der Reaktion zu verhindern. Während ich diese beiden neuen Beweise für die Gegenwart der freien Säure im Magensaft konstatierte, teilte Herr CH. RICHET der Akademie der Wissenschaften einen neuen Beweis für die wirklich existierende Kombination der Salzsäure mit dem Pepsin mit, den er mit Hilfe der Diffusionsmethode erlangt hatte: eine Mischung von Pepsin und Salzsäure diffundiert viel langsamer als die reine Salzsäure in derselben Verdünnung.

Die freie Säure ist jedoch nicht ein unbedingt erforderlicher Vorläufer des peptonisierenden Agens; um mich hiervon zu vergewissern, benutzte ich den natürlichen Magensaft, wie er aus der Fistel gewonnen wurde, so oft wir ihn spontan von neutraler Reaktion fanden, was von Zeit zu Zeit der Fall ist; da aber dieser Fall im ganzen genommen sehr selten eintritt, so machte ich Versuche, den normal sauer reagierenden Magensaft ad hoc mit ein wenig Soda zu neutralisieren. Ich überzeugte mich so, daß nach Verlauf von einer oder zwei Stunden ganz ebenso das Pepsin in die oberflächliche Schicht der Würfel eindringt — es schien mir jedoch die Imbibition langsamer vorzuschreiten und weniger tief gehend zu sein; denn die äußern Flächenschnitte der Würfel lösten sich bisweilen im Brütofen mit 2 °/₀₀ Salzsäure sehr langsam, endlich aber doch vollständig auf. Die zentralen Stücke lösten sich niemals auf. — Das Pepsin dringt mithin, auch wenn die Säure fehlt, in die Albumenstücke ein.

Umgekehrt ist es selbstverständlich, daß die Säure auch in Abwesenheit des Pepsins eindringt, doch es war interessant festzustellen, ob die Albumenstücke, welche in einer pepsinhaltigen, sauren Flüssigkeit von mittlerer Konzentration verweilt haben, so wie es der Magensaft ungefähr ist, der mir alle bisher angegebenen Resultate lieferte, auch eine für ihre eigene Verdauung genügende Menge Säure absorbieren. Für mich war es a priori wahrscheinlich; denn die Albumenwürfel hatten sich zum Teil in meiner Mischung von gleichen Teilen

Glycerin und 5 $^{0}/_{0}$iger Borsäure aufgelöst. Unser Glycerin war von neutraler Reaktion, daher kein für die Verdauung günstiges Mittel. Von der Borsäure weiß ich aus Versuchen, die ich noch in Florenz anstellte, daß sie für das Pepsin nicht die Rolle einer Säure spielt; denn ein Mageninfus in 5 $^{0}/_{0}$ Borsäure verdaut nicht, solange es nicht mit Salzsäure angesäuert ist; deshalb war es auch wahrscheinlich, daß die Würfel unserer ersten mißlungenen Sammlung selbst genug Säure enthielten, um für die Einwirkung des Pepsins zugänglich zu sein, doch man mußte die Frage durch direkte Versuche zur Entscheidung bringen. Ich machte nur eine kleine Zahl von Beobachtungen, welche diese Frage betrafen, aber sie alle sprechen sehr bestimmt zu Gunsten der bestätigenden Lösung. Ich sah mehreremale Albumenstücke sich vollständig auflösen, welche ich, nachdem sie aus dem Magen herausgenommen und gut abgespült worden waren, in einer sehr kleinen Menge Wasser in den Brütofen brachte; doch diese Menge muß sehr klein sein, sonst verdünnt sie die anwesende Säure zu sehr und die Verdauung tritt nicht ein.

Ich legte mir endlich angesichts dieser Resultate die Frage vor, ob Albumenwürfel, welche eine oder zwei Stunden sich im Magensaft befanden, nicht zufällig alles für ihre eigene Verdauung Erforderliche: Pepsin, Säure und Wasser enthielten. Ich brachte solche Würfel, nachdem sie, um das Austrocknen zu verhindern, mit einer dicken Schicht von Olivenöl bedeckt worden waren, welches sich mit ihnen nicht mischt, in den Brütofen. Nach Verlauf einer genügend langen Zeit, mindestens achtundvierzig Stunden, verwandelten sich die weißen, opaken, resistenten Albumenstücke in ein zartes, vollständig durchsichtiges und in Wasser lösliches Gelee. Man darf aber nicht aus der einfachen Thatsache dieser Veränderung des Albumens, ja selbst aus seiner vollständigen, mehr oder weniger schnellen Auflösung auf eine wirkliche Verdauung dieser Substanz, d. h. auf ihre Umwandlung in Pepton schließen. In vielen Fällen habe ich auch in der That beobachtet, daß die Umwandlung in Pepton sehr unvollständig war; denn ich erhielt einen sehr reichlichen Neutralisationsniederschlag, der größte Teil des Albumens befand sich daher in dem Übergangsstadium, welches als Parapepton bezeichnet wird. Ich weiß nicht, was ich als die Ursache hiervon betrachten muß; wenn man jedoch bedenkt, daß einerseits in 2 $^{0}/_{00}$ Salzsäure das gekochte Albumen sich nicht auflöst (oder äußerst wenig), daß es sich unter dem Einflusse des Pepsins auflöst und zu Pepton wird, dann scheint mir die Annahme berechtigt zu sein, daß in denjenigen Fällen, in welchen es sich schnell auflöst, ohne zu Pepton zu werden, wir es mit einem dritten Agens der Magenverdauung zu thun haben, mit einem Agens, welches auflösend, aber nicht peptonisierend, höchstens parapeptonisierend wirkt[1].

[1] Fick glaubt ein ähnliches Resultat beobachtet zu haben, indem er eine Infusion der Pylorusgegend des Magens verwendete.

III.

Zweite Reihe.

A. Untersuchung der im Magen enthaltenen Flüssigkeiten.

Morgens zwischen 6 und 7 Uhr wurde die ganze im Magen vorhandene Flüssigkeit herausbefördert, darauf spülte man den letzteren mit lauwarmem Wasser aus und entnahm wieder, wenn möglich, einige Minuten nachher den neuen Inhalt an Flüssigkeit. Der Mageninhalt wurde auch herausgenommen und eine bestimmte Anzahl Male, nämlich 1, 2, 3 und 5 Stunden nach dem Frühstück untersucht. Es war nicht immer leicht, gemischten Magensaft zu erhalten; denn in einigen Fällen gelang es nicht trotz aller Anstrengungen des Patienten etwas davon herauszubefördern. Morgens nüchtern enthielt der Magen gewöhnlich nur wenig Inhalt; an den Tagen, an welchen sich derselbe in Überfluß vorfand, hatte Baud während der Nacht Milch oder etwas alkoholhaltige Flüssigkeit zu sich genommen. Während der ersten Stunden der Verdauung steht die Fülle des Inhalts zu dem Volumen der eingeführten Flüssigkeit in Beziehung. In der 5. Stunde fand sich stets ein sehr reichlicher Inhalt, ungefähr 300 bis 400 g; doch ist es allerdings richtig, daß Baud sehr oft zwischen der 3. und 5. Stunde Milch oder eine andere Flüssigkeit trank.

Der erste Inhalt des Magens ist im allgemeinen eine genügend dicke, sehr fadenziehende, mehr oder weniger klare Flüssigkeit, welche dem Eiweiß ähnelt. Die während der Verdauung entnommenen Inhaltsmengen sind weniger dick, weniger fadenziehend; der um die 5. Stunde entnommene Inhalt ist trübe, wenig dicht und wenig oder gar nicht fadenziehend. Von 142 untersuchten Inhaltsmengen zeigten 107 eine gelbe oder grüne Färbung, die mehr oder weniger intensiv war und das Vorhandensein von Galle anzeigte. Nur 35 waren gar nicht oder durch die eingeführten Flüssigkeiten nur leicht gefärbt. Bemerkenswert ist, daß trotz dieser fast ständigen Anwesenheit von Galle im Magen die Verdauung nicht sichtlich gestört ist. Baud's Körpergewicht stieg um 4 bis 5 kg während der letzten drei Monate, Beweis genug, wie gut die Verdauung war. Herr Danilewski hatte auch die Güte, einige Analysen von Mageninhaltsmengen, welche in der ersten, zweiten und dritten Stunde der Verdauung entnommen wurden, auszuführen. Die erhaltenen Zahlen beweisen sehr genau, daß die Umwandlung in Pepton durch die Anwesenheit der Galle nicht behindert wird und daß sie immer von der ersten bis zur dritten Stunde ansteigt.

Ich teile die Resultate einiger Analysen des Herrn Danilewski mit (s. Seite 11).

Wenn wir die beobachteten Mageninhalte nicht in ihrer Gesamtheit, sondern den vor der Ausspülung und die 1 Stunde, 2 Stunden, 3 Stunden und 5 Stunden nachher entnommenen besonders betrachten, so bemerkt man sofort, daß eine Art von Periodizität für das Eintreten der Galle in den Magen vorhanden ist. Während vor der Mahlzeit 90 % der Flüssigkeiten gallicht sind, erscheint die Galle während der zwei ersten Stunden der Verdauung nur 50 Mal auf hundert und in so geringer Menge, daß

		Trockener Rückstand	Albumen	Peptone und Salze	% Albumen	% Peptone und Salze
den 19. Januar 20 cc. Inhalt	1. Stunde	0,2472	0,0709	0,1763	28,7	71,3
	2. „	0,3065	0,0539	0,2524	17,6	85,4
	3. „	0,3361	0,0395	0,2986	11,8	88,2
den 20. Januar 20 cc. Inhalt	1. Stunde	0,2242	0,0708	0,1534	31,6	68,4
	2. „	0,3880	0,0628	0,3252	16,2	83,8
	3. „	0,2755	0,0327	0,2428	11,9	88,1
den 22. Januar 20 cc. Inhalt	1. Stunde	0,3538	0,1298	0,2240	36,6	63,4
	2. „	0,3040	0,0562	0,2480	18,4	81,6
	3. „	0,2490	0,0374	0,2116	15,0	85,0

der Mageninhalt nur eine gelbliche oder grünliche Färbung zeigt. In der dritten Stunde sind die gallichten Mageninhalte wieder öfter vorhanden, 77 Mal auf hundert; in der fünften Stunde endlich findet sich dasselbe Verhältnis wie vor der Ausspülung, 90 % der Mageninhalte sind gallicht gefärbt. Es muß jedoch bemerkt werden, daß an denjenigen Tagen, an welchen Baud während des Versuches trank, wodurch immer eine gewisse Quantität Flüssigkeit im Magen gehalten wurde, die Galle selten oder nur in kleiner Menge von der ersten bis zur dritten Stunde der Verdauung gefunden wurde. Besonders während dreier Versuchstage mit Bier zeigte sich von der ersten bis zur dritten Stunde keine Galle. Der Inhalt des Duodenums scheint mithin in einem bestimmten Moment der Verdauung die Nahrungsmasse aufzusuchen, es würde also eine Art von Wechselverkehr, von Gehen und Kommen des Duodenalinhalts in den Magen und des Mageninhalts in das Duodenum bestehen. Um sich die vollständige Leere des Magens zu sichern, spülte man ihn jeden Morgen sehr sorgfältig aus, später unterließen wir es zu thun, weil wir sehr oft anstatt eines reineren Magensaftes darauf einen Strom von fast reiner Galle in den Trichter hineinfließen sahen; es war mithin der auf diese Weise erhaltene Mageninhalt viel unreiner als der vor der Ausspülung gewonnene. Bisweilen beobachtete man, daß beim Entnehmen von Saft die anfänglich ungefärbte Flüssigkeit plötzlich intensiv gelb sich färbte; auch das Umgekehrte kam vor.

Die Acidität ist in Gewichtsmengen von H Cl für tausend Gramm Magensaft angegeben worden. Wenn man nun das Mittel von 87 Dosierungen feststellt, so findet man eine Acidität von 1,8 bis 1,9 ‰; diese Durchschnittszahl ist ein wenig höher als die von Richet gefundene, nach welcher 1,7 die mittlere Acidität während der Verdauung und 1,1 im nüchternen Zustande ist. Ich begreife nicht, warum Bidder und Schmidt nur 0,2 ‰ als mittlere normale Acidität des menschlichen Magensaftes gefunden haben: denn in den Versuchen des Herrn stud. med. Leresche, die später mitgeteilt werden sollen, war die mittlere Zahl noch höher als die angegebene. Stellt man die mittlere Zahl für die Stunde fest, so findet man vor dem Frühstück 1,2; für die erste Stunde nachher 1,35; während der zwei folgenden Stunden 2,5; und endlich in der fünften Stunde ungefähr 2 ‰. Aus diesen Ziffern ergibt

sich, daß die Acidität während der ersten Stunden der Verdauung allmählich zunimmt und daß das Maximum ungefähr um die dritte Stunde erreicht wird. Von diesem Augenblick an sinkt die Acidität wiederum stufenweise. Der Inhalt wurde zweimal neutral gefunden, zweimal war die Acidität nur 0,2 ‰ gewesen, die höchste Acidität von 4,2 ‰ wurde um die dritte Stunde der Verdauung beobachtet an einem Tage, an welchem der Patient während des Versuches Rotwein getrunken hatte.

Bei Besprechung der Säure möchte ich mir folgende Abschweifung erlauben: Seitdem Dr. Koch bewiesen zu haben glaubt, daß die Cholera durch einen spezifischen Mikroben verursacht werde und daß eine Acidität, welche der normaliter dem Magensafte zukommenden (2 ‰) gleich ist, genüge, um den »Kommabacillus« zu töten, hat man von verschiedenen Seiten über die Verwendung des Kochsalzes zur Zeit von Epidemien beratschlagt, in dem Glauben, daß es dazu dienen würde, den Anteil der Salzsäure des Magensaftes zu erhöhen und dadurch die Acidität des letzteren. Da ich gute Gründe hatte, an dem angenommenen Effekt des Salzes zu zweifeln, so beauftragte ich Herrn stud. med. W. Leresche, über diesen Punkt einige Versuche an unserem Patienten anzustellen. Er nahm einen Teil des Mageninhalts, bevor das Frühstück gegeben wurde, welches in 200 g gekochtem Fleisch bestand; darauf entnahm er wieder die Mageninhalte nach Verlauf von einer, zwei, drei und fünf Stunden und neutralisierte sofort diese verschiedenen Flüssigkeiten durch Ätznatronlauge. Diese Versuche wurden während 13 Tagen im September 1884 angestellt. Während der drei ersten Tage erhielt der Patient vor seinem Frühstück in Wasser aufgelöstes Salz (10, 20 und 5 g). Die drei folgenden Versuche wurden ohne Salz und zweimal ohne Bouillon angestellt; darauf folgten vier Tage, an welchen er mit Bouillon Salz in immer steigender Menge bis zu 30 g erhielt, die letzten drei Versuche endlich wurden mit Bouillon ohne Salz gemacht.

Folgendes sind die in ‰ von H Cl berechneten Größen der Acidität der analysierten Inhaltsmengen.

Tage mit Salz.

	11. Septbr. Wasser und 10 g Salz.	12. Septbr. Wasser und 20 g Salz.	13. Septbr. Wasser und 5 g Salz.	18. Septbr. Bouillon und 5 g Salz.	19. Septbr. Bouillon und 10 g Salz.	20. Septbr. Bouillon und 20 g Salz.	21. Septbr. Bouillon und 30 g Salz.
1) Vor dem Frühstück	2,6	2,9	2	2,3	2,4	0,97	2,2
2) 1 Stunde nach dem Frühstück	0,4	—0,16	0,15	2	1,1	0,57	0,15
3) 2 Stunden nach dem "	0,58	0,0	0,88	2,9	3,9	2,2	0,07
4) 3 Stunden nach dem "	1,97	0,5	1,8	2,2	2,7	2,6	0,0
5) 5 Stunden nach dem "	0,95	1,8	1,5	1	0,5	1,5	1,5
Mittlere Zahl pro Tag . . .	1,3	1,01	1,27	2,08	2,12	1,57	0,78

Tage ohne Salz.

	15. Septbr. Wasser.	16. Septbr. Bouillon.	17. Septbr. Wasser.	23. Septbr. Bouillon	24. Septbr. Bouillon.	25. Septbr. Bouillon.
1) Vor dem Frühstück	1,46	0,78	3	2,3	2,3	2,4
2) 1 Stunde nach dem Frühstück . .	2,9	2,9	4,2	2,1	2,85	2,3[1]
3) 2 Stunden nach dem „ . .	2,7	3,6	3,8	3	3,2	4,8
4) 3 Stunden nach dem „ . .	1,5	3,8	3	3,14	2,85	3,8
5) 5 Stunden nach dem „ . .	fehlt	1,97	1,3	1,5	1,65	0,91
Mittlere Zahl pro Tag	2,14	2,61	3,06	2,41	2,57	2,84

Hieraus ergeben sich folgende Durchschnittszahlen:

	1)	2)	3)	4)	5)	Gesamt-Mittel.
Für alle Beobachtungen	2,12	2,65	2,43	2,3	1,34	1,98
Tage mit Salz . . .	2,2	0,6	1,5	1,68	1,25	1,45
Tage ohne Salz . . .	2,04	2,88	3,52	3,01	1,47	2,6

Um jedoch den Einfluß des Salzes genau zu bestimmen, muß man die erste Reihe, welche sich auf den Mageninhalt vor der Mahlzeit bezieht, und die letzte, welche nur nichtssagende Differenzwerte aufweist, aus der Tabelle entfernen. Wenn man nun auch nur die Mageninhalte derjenigen drei Stunden berücksichtigt, welche auf die Mahlzeit folgen und natürlich allein dem Einflusse des Salzes unterworfen sind, so erhält man folgende mittlere Zahlen.

Tage mit Salz		Tage ohne Salz	
den 11. September	0,98	den 15. September	2,37
» 12. »	0,11	» 16. »	3,43
» 13. »	0,04	» 17. »	3,97
» 18. »	2,37	» 23. »	2,75
» 19. »	2,57	» 24. »	2,97
» 20. »	1,79	» 25. »	3,63
» 21. »	0,07		
Gesamtmittel der Tage mit Salz	1,26	Gesamtmittel der Tage ohne Salz	3,14

Der Säuregehalt, welcher während der ersten Stunden der Verdauung in gewohnter Weise wuchs, verminderte sich ohne Ausnahme, sobald man Salz dem Frühstück hinzufügte. Diese Verminderung war um so beträchtlicher und dauerte um so länger an, je größer die Quantität des Salzes war. Bisweilen war die Verminderung so groß, daß die Säure gänzlich neutralisiert wurde; dies ereignete sich am 21. September drei Stunden nach dem Frühstück, und am 12. reagierte in der ersten Stunde der Mageninhalt sogar ein wenig alkalisch.

[1] Die Verringerung ist durch den Speichel verursacht, der sich damals im Magen vorfand und ein wenig Säure neutralisierte.

Wenn man diesen Zahlen den Säuregehalt von 4,2 und 4,8 ‰ gegenüberstellt, von denen der erstere am 17. September in der zweiten Stunde, der letztere am 25. September in der dritten Stunde festgestellt wurde, so scheint mir dieses ein genügender Beweis dafür zu sein, daß das Salz den Säuregehalt des Magensaftes nicht erhöht.

„Man könnte behaupten“, sagt Herr LERESCHE, „daß das Salz während seines Aufenthaltes im Magen die Produktion von Salzsäure nicht begünstige, daß dieses aber dennoch geschehe, sobald es ins Blut übergegangen sei. Diese Annahme erscheint jedoch ebensowenig zulässig; denn in diesem Falle müßte für die Inhalte fünf Stunden nach dem Frühstück zwischen den Tagen mit Salz und denjenigen ohne Salz eine Säuregehalts-Differenz zu Gunsten der Tage mit Salz sich vorfinden; die oben gegebene Tabelle beweist vielmehr das Gegenteil. Die mittlere Zahl der Mittagsinhalte ist für die Tage, an denen Salz gereicht wurde, 1,25, während sie für die andern Tage 1,47 beträgt.

Auf die Pepsinsekretion scheint mir das Salz keinen Einfluß auszuüben, denn die Mageninhaltsmengen, welche in 2,5 ‰ Salzsäure auf 1 % verdünnt wurden, lösten ungefähr beide gleich viel koaguliertes Albumen auf.

Das Fehlen der Verdauung an den Tagen mit Salz ist also nur eine sehr große Verzögerung, die allein durch die Verminderung der Säure verursacht wurde; denn die Verdauung beginnt erst, wenn ein großer Teil des Salzes eliminiert worden ist.

Von den ersten Beobachtungen an war ich erstaunt darüber, wieviel Schleim sich in denjenigen Inhalten vorfand, die den geringsten Säuregehalt besaßen. Der neutral reagierende Inhalt vom 23. September enthielt gar keine Flüssigkeit, sondern nur Schleim mit einigen Stücken Fleisch. Es würde sich also um eine große Hypersekretion handeln, die, durch eine Reizung der Schleimdrüsen veranlaßt, den Magensaft neutralisierte. Hierdurch würde sich auch erklären, warum bei den Beobachtungen des letzten Winters, bei welchen Salzklystiere gegeben wurden, so daß jede Reizung der Magenschleimhaut ausgeschlossen blieb, eine Verminderung des Säuregehalts des Magensaftes nicht bemerkt wurde.

Es könnte ja sein, daß abgesehen von der Hypersekretion von Schleim die Produktion der Säure ein wenig vermehrt ist, diese problematische Vermehrung ist aber jedenfalls so geringfügig, daß sie vollständig durch die überreichlichen Schleimmassen verdeckt wird.

Durch diese einfache Auseinandersetzung erkennt man den ungeheuren Einfluß des Salzes auf den Säuregehalt des Magensaftes. Die gereichten Mengen waren zweifellos sehr groß, kleinere Dosen würden einen viel schwächeren Einfluß ausüben, doch das Resultat wird immer, so klein es auch sei, das Gegenteil sein von dem, was man zu erreichen beabsichtigte, nämlich eine Erhöhung des Säuregehalts des Magensaftes.“

Die Frage nach dem Pepsin- oder nach dem Propepsingehalt der aus dem Magen entnommenen Flüssigkeiten ist viel komplizierter, als sie auf den ersten Anblick zu sein scheint, und zwar nicht nur deshalb, weil diese Flüssigkeiten sehr variabele und sehr unreine Gemenge sind, sondern besonders auch deshalb, weil wir unglücklicherweise kein sicheres Mittel besitzen, um in einem gegebenen Gemenge das Propepsin von dem definitiven Pepsin zu trennen. Das Schlimmste aber ist, daß die Bedingungen der Acidität, der Verdünnung und der Temperatur, unter die wir das Gemenge bringen müssen, um in ihm die Gegenwart von Pepsin konstatieren zu können, genau diejenigen sind, welche im höchsten Grade die schnelle Umbildung des Propepsins in definitives Pepsin begünstigen. Höchstens können wir aus der Schnelligkeit der Verdauung während der ersten Zeit des Aufenthalts im Brütofen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit schließen, welche der beiden Substanzen in unserem Gemenge vorwaltete.

Die Mageninhaltsmengen sind von einer äußerst verschiedenen Dichtigkeit und oft so dicht, daß sie weder Albumen, noch Fibrin verdauen; wir haben daher ein für allemal das Verfahren adoptiert, sie immer unmittelbar nach ihrer Herausnahme aus dem Magen mit dem zehnfachen ihres Volumens 2 ⁰/₀₀ Salzsäure zu verdünnen, sie unmittelbar eine Fibrinflocke verdauen zu lassen und sie darauf mit Würfeln von gekochtem Albumen, die stets von derselben Größe und Anzahl waren, in den Brütofen zu bringen.

Entscheidende Resultate waren von dieser Versuchsreihe nicht zu erwarten, da sie nicht von dem eigentümlichen Fehler frei ist, der allen Versuchen mit aus dem Magen entnommenen Flüssigkeiten anhaftet: denn man hat zwar ein Mittel, um die in der untersuchten Flüssigkeitsmenge enthaltene Quantität Pepsin zu bestimmen, kein Mittel aber, um festzustellen, welchen Bruchteil des gesamten Mageninhalts die untersuchte Menge ausmacht, und selbst wenn man dieses in Erfahrung brächte, so könnte man hieraus nichts schließen, da ein unbekannter Teil des Mageninhalts sich in jedem Augenblick in den Darm ergießen und eine unbekannte Quantität des Darminhalts in den Magen aufsteigen kann. Etwas anderes ist es, wenn man den Gang jedes einzelnen Verdauungsaktes im Innern des Magens beobachtet. Diese ungleichmäßigen Schwankungen des Pepsingehalts der im Magen enthaltenen Flüssigkeiten kompensieren und neutralisieren sich gegenseitig, so daß das Resultat nur den mittleren Pepsingehalt während der Stunden der Beobachtung anzeigt. Ich werde daher auch die Details der Beobachtungen nicht mitteilen und nur im großen und ganzen über das Ergebnis berichten.

1. Der morgens bei nüchternem Magen entnommene Inhalt löste sein Fibrin langsamer auf als die andern Inhaltsmengen; hierdurch wird bewiesen, daß der erstere weniger Pepsin enthält als diese letzteren.

2. Die verdauende Kraft des im nüchternen Zustande entnommenen Mageninhalts erhöhte sich oft, wenn der Inhalt bis zum folgenden Tage aufbewahrt wurde, während diejenige der nach dem Mahle entnommenen Mageninhaltsmengen sich nicht erhöhte; hieraus ergibt sich, daß der erste Magensaft des Morgens Propepsin enthält, die anderen dagegen definitives Pepsin.

3. Wenn wir die Verdauung im Brütofen erschöpften, indem wir während mehrerer hintereinander folgender Tage ergänzende Dosen Wasser, Säure und Albumen unsern schon auf 1 : 10 verdünnten Flüssigkeiten zusetzten, so verdaute fast immer der morgens nüchtern entnommene Mageninhalt die größten Quantitäten; hieraus ergibt sich, daß er viel Propepsin enthält.

4. An denjenigen Tagen, an welchen man keine Peptogene gab, wurde die Verdauung im Brütofen schneller und ausgiebiger in den successive während der ersten, zweiten und dritten Stunde nach der Mahlzeit entnommenen Proben, während an denjenigen Tagen, an welchen man vor der Mahlzeit Peptogene gab, die Verdauung von der ersten Stunde an ihr Maximum erreichte und darauf in der Mehrzahl der Fälle im weiteren Fortgang abnahm — bisweilen erhielt sie sich selbst nach drei Stunden noch auf der anfänglichen Höhe. Die Kurve der Verdauung war im ersten Falle ziemlich steil ansteigend infolge der allmählichen Bildung des Pepsins, sie war im zweiten Falle leicht abfallend, weil dank dem Einfluß der Peptogene eine große Quantität Pepsin von Anfang an vorhanden war.

B. Gang der Verdauung im Innern des Magens.

Von den zahlreichen Versuchen, welche angestellt wurden, um den Einfluß der Peptogene auf den Gang der Verdauung im Innern des Magens

festzustellen, werde ich nur summarisch gegen dreißig mitteilen. Ich bitte den Leser, sich daran zu erinnern, daß die Ergebnisse viel weniger klar sind als diejenigen, welche man mit der größten Leichtigkeit und Konstanz an Tieren erlangt, und zwar wegen der ungünstigen Umstände, welche ich bereits angab, außerdem aber auch deshalb, weil die Gefräßigkeit des Patienten und seine Passion für Getränke im allgemeinen und für alkoholische Getränke im besondern sehr oft unsere Beobachtungen störend kreuzten. Sehr oft z. B. trank er des Nachts heimlich Milch und gestand sein Zuwiderhandeln nur ein, wenn die Beweise dafür ganz unbestreitbar waren. Der Magen war in diesen Fällen durch die Verdauung der Milch mehr oder weniger peptogenisiert und die Verdauung hatte ohne Hinzufügung von Peptogenen während dieser Tage einen zu hohen Wert. Trotz aller dieser Übelstände ist der Einfluß der gereichten Peptogene in zwölf von dreißig Fällen, um welche es sich hier handelt, so evident gewesen, daß ihre Wirksamkeit nicht mehr bezweifelt werden kann. Die Differenz springt in die Augen für jeden, der unsere Sammlung von in Alkohol aufbewahrten Albumenwürfeln untersucht, und niemand kann sie verkennen; in einer einfachen Beschreibung freilich wird sie notwendigerweise weniger frappant sein.

Eine Reihe vorläufiger Beobachtungen hat uns gezeigt, daß während drei Beobachtungsstunden die in den Seidennetzen befindlichen Albumenwürfel im Mittel auf die Hälfte ihres Volumens vermindert werden, wenn die Verdauung normal ist und nichts sie verlangsamt oder beschleunigt — z. B. das Fehlen von Säure oder die Anwesenheit der Peptogene. Wenn der Säuregehalt normal ist (2 °/₀₀ ungefähr) und wenn das Volumen unserer Würfel 100 repräsentiert, dann ist der normale Verlauf ihrer Abnahme folgender: Erste Stunde 0—5 %; zweite Stunde 20—25 %; dritte Stunde 50 %.

Nachdem diese bestimmten mittleren Zahlen einmal gut festgestellt sind, geben wir an drei aufeinanderfolgenden Tagen als Peptogen: am 6. Februar 300 g Kraftbrühe, wie sie im Handel zu haben ist. Ergebnis: Erste Stunde 0; zweite Stunde 30 %; dritte Stunde 60 % (normale Acidität). Am 7. Februar: Wiederholung desselben Versuches. Ergebnis: Erste Stunde 10 %; zweite Stunde 50 %; dritte Stunde 80 % (Acidität größer als die mittlere). Am 8. Februar: 250 g gute frische Fleischbouillon, ohne Salz, eine Stunde vor dem Frühstück (Acidität normal). Ergebnis: Erste Stunde 40 %; zweite Stunde 70 %; dritte Stunde 95 %.

Es folgen zwei Ruhetage.

Am 11. Februar ergibt die Verdauung ohne Peptogene: Erste Stunde 0; zweite Stunde 30 %; dritte Stunde 60 % (Acidität stark). Während der drei folgenden Tage geben wir eine Stunde vor der Mahlzeit ein Klystier von 300 g Fleischbouillon ohne Salz; am ersten Tage bleibt die Verdauung unter der mittleren Höhe, sie ergibt nur 0 %, 10 % und 40 %, obwohl die Säure nicht fehlt; wir vermögen nicht zu eruieren, welches die Ursache dieser Unregelmäßigkeit sei.

Die zwei andern Tage ergeben: Den 13. Februar. Erste Stunde 15 %; zweite Stunde 40 %; dritte Stunde 70 %. Den 14. Februar. Erste Stunde 10 %; zweite Stunde 40 %; dritte Stunde 70 %.

Dieses Resultat ist um so wichtiger, da am 13. die Acidität des Magensaftes erheblich stärker, am 14. dagegen merklich geringer war als die mittlere, hierdurch wird die Unabhängigkeit unserer Ergebnisse von den Variationen der Acidität klar bewiesen. Kühne und Wundt glaubten, daß das Dextrin in den Versuchen von Schiff wirkte, indem es die Säure vermehrte, man sieht jedoch, daß diese rein theoretische Annahme ein Irrtum ist, da wir ein anderes Peptogen als das Dextrin verwendeten und dieses trotz der Verminderung der Acidität seinen Effekt erzeugte.

Es folgen vier Ruhetage. Am 20. Februar nehmen wir die Beobachtungen wieder auf, doch es kommen während mehrerer Tage Unregelmäßigkeiten aller Art

vor. Am 20. geben wir das „Frühstück" ohne Peptogene, doch die Verdauung ergibt 5, 50 und 70%; der Patient gesteht, während der Nacht Milch getrunken zu haben. Am 21. geben wir eine Stunde vor dem Frühstück 30 g Traubenzucker in 300 g Wasser. Obgleich der Traubenzucker kein Peptogen ist, erhalten wir dieses Mal dennoch 5, 40 und 70%. Wahrscheinlich hat BAUD des Nachts wiederum irgend etwas zu sich genommen. Am 22. geben wir 15 g Kochsalz in 300 g Wasser eine Stunde vor der Mahlzeit. Ergebnis 10, 30 und 40%, mithin eine im Anfange beschleunigte, am Ende verlangsamte Verdauung; der Säuregehalt ist im Beginn äußerst schwach gewesen, stärker nachher. Dieser Versuch spricht weder für, noch gegen die Idee GRÜTZNER's, daß das Salz die Pepsinsekretion beschleunige und verstärke. Am 23. geben wir 30 g schwefelsaure Magnesia in 250 g Wasser eine Stunde vor der Mahlzeit; Acidität zuerst schwach, darauf normal; Verdauung 5, 10 und 30%.

Drei Ruhetage. Dann am 27. eine Stunde vor der Mahlzeit 30 g Traubenzucker in 300 g Wasser. Magensaft in der ersten Stunde nach der Mahlzeit neutral, später wird es unterlassen, die Acidität zu bestimmen; Verdauung: 5, 20 und 50%.

Am 28. eine Stunde vor der Mahlzeit 15 g Kochsalz in 200 g Wasser als Klystier; Acidität eine Stunde nach der Mahlzeit keine; später erheblich schwächer als die mittlere; Verdauung 0, 10, 30%.

Am 29. eine Stunde vor der Mahlzeit 15 g Dextrin in 250 g Wasser als Klystier; Acidität normal, Verdauung 5, 10, 50%.

Am 1. März Klystier von 100 g Bouillon zwei Stunden vor der Mahlzeit; eine Stunde später 300 g Bouillon durch die Fistel eingebracht. Acidität stark; Verdauung 10, 30, 70%. Da dieses ein verhältnismäßig schwaches Resultat ist, so setzen wir für 3 Tage aus.

Am 5., 6. und 7. März geben wir eine Stunde vor der Mahlzeit 20 g Dextrin in 250 g Wasser; die Acidität wird nicht gemessen; die Verdauung gibt:

Erste Stunde 10%;	zweite Stunde 40%;	dritte Stunde 80%.
10%	40%	80%.
5%	40%	75%.

Am 8. und 9. März gewöhnliches Frühstück (Albumen und Wasser); Acidität ein wenig stärker als die normale, Verdauung

0	30	65
und 5	30	60

Am 11. März ein Glas Weißwein eine Stunde vor der Mahlzeit, den Rest der Flasche nach und nach per os, innerhalb 3 Stunden Beobachtung. Acidität nicht gemessen; Verdauung 0, 20, 55%.

Am 12. März 300 g schwarzer Kaffee mit dem Frühstück und ungefähr ebensoviel eine und zwei Stunden nachher; Acidität normal; Verdauung 5, 50, 70% (SCHIFF hatte schon dieses Mittel als Peptogen in seinem Werke von 1867 angegeben).

Am 13., 14., 15. und 17. März geben wir mit dem Frühstück Rotwein, Thee, Marsala, Cognac; Verdauung:

0	20	55
0	30	60
5	35	60
0	20	50

Hieraus ergibt sich, daß diese Substanzen fast nichts an dem normalen mittleren Verlauf der Verdauung ändern. Ich bin aber überzeugt, daß in einem weniger reichlich Pepsin produzierenden Magen der Rotwein die Verdauung merklich gehemmt haben würde.

Am 18. und 19. März geben wir eine Stunde vor dem Mahle ein Klystier von 20 g Kochsalz in 250 g Wasser. Diese beiden Beobachtungen sind sehr wichtig; denn die Acidität ließ nichts zu wünschen übrig, am 19. war sie selbst sehr hoch, trotzdem gehört die Verdauung dieser beiden Tage zu den langsamsten und schwächsten Verdauungen, die wir beobachteten; nachstehend die betreffenden Zahlen:

0	10	30
0	0	30

Auf Grund dieser Ergebnisse, welche ich in den darauffolgenden Beobachtungen noch mehrere Male erhielt, ist es mir unmöglich, der Ansicht Grützner's beizustimmen, welcher glaubt, daß das Kochsalz die Pepsinsekretion in Thätigkeit setzt, während er diesen Einfluß dem Dextrin abspricht. Trotzdem würde ich nicht behaupten wollen, daß das direkt ins Blut injizierte Salz in kleiner Menge (so hat es nämlich Grützner angewendet) nicht den fraglichen Einfluß ausüben könne. Denn warum sollte es nicht der Ausgangspunkt einer Reihe von Veränderungen in der Blutmasse sein, die denjenigen analog sind, welche die Peptogene hervorrufen, und warum sollte es nicht hierdurch zuletzt zu einer schnelleren und ausgiebigeren Umbildung des Propepsins führen? Da Salz im allgemeinen den Stoffwechsel beschleunigt, so ist dies nicht unwahrscheinlich; man muß nur erklären, warum in unsern Beobachtungen die Einführung von Salz per fistulam oder per anum immer den entgegengesetzten Effekt erzeugte, nämlich eine merkliche Verminderung der Verdauung, selbst dann, wenn die Acidität auf der normalen Höhe war.

Nachdem wir so konstatiert haben, daß die Absorption (vom Magen oder vom Rektum aus) eines guten Peptogens (Bouillon, Dextrin) die Verdauung im Innern des Magens regelmäßig beschleunigt und daß dieses unabhängig von jeder Vermehrung der Acidität und trotz der so häufigen Anwesenheit des Duodenalinhalts erfolgt, will ich durch folgenden statistischen Auszug unserer Beobachtungen das für uns bei weitem interessanteste Ergebnis derselben noch deutlicher hervortreten lassen.

Das Volumen des in den drei Seidennetzen enthaltenen Albumens, welche wir nach Verlauf von einer, zwei und drei Stunden herauszogen, war mehr oder weniger verkleinert, diese Verminderung nahmen wir zum Maß für die mehr oder weniger große Aktivität der Verdauung und somit auch für die mehr oder weniger große Menge des in dem Magensaft vorhandenen Pepsins oder für die Größe des Einflusses der beigebrachten Peptogene.

Die beobachtete Verminderung hat nun folgende Zahlen ergeben.

Nach Verlauf von einer Stunde:

0% 12 mal, nur 2 Tage mit Peptogenen,
5% 11 „ „ 3 „ „ „
10% 6 „ 5 Tage mit Peptogen und 1 Tag mit Salz,
15% 1 „ 1 Tag mit Peptogen,
40% 1 „ 1 „ „ „

Nach Verlauf von zwei Stunden:

0% 1 mal, ein Tag mit Salz, gegeben als Klystier,
10% 5 „ zwei Tage mit Peptogenen,
20% 5 „ die Tage ohne Peptogene,
30% 9 „ darunter sieben Tage mit Peptogenen,
35% 1 „ ohne Peptogene,
40% 6 „ nur 1 Tag ohne Peptogene,
50% 3 „ 1 Tag ohne Peptogene, aber ein Tag, an dem Baud während der Nacht Milch trank,
70% 1 „ 1 Tag, an dem frische Fleischbouillon per fistulam eingeführt wurde.

Nach Verlauf von drei Stunden:

30% 4 mal, der eine Tag mit schwefelsaurer Magnesia, und 3 Tage, an denen Salz per fistulam oder per anum zugeführt wurde,

40 % 2 mal, 1 Tag mit Peptogenen und 1 Tag mit Salz,
50 % 6 „ ohne Peptogene,
55 % 2 „ „ „
60 % 5 „ 1 Tag, an dem zum erstenmale Kraftbrühe versucht wurde,
65 % 1 „ ohne Peptogene, aber mit während der Nacht getrunkener Milch,
70 % 6 „ nur 1 Tag ohne Peptogene, aber auch mit während der Nacht getrunkener Milch.
75 % 1 „ (Dextrin per fistulam),
80 % 3 „ 1 Tag mit dem zweiten Versuch der Kraftbrühe des Handels, die andern beiden Tage mit Dextrin per fistulam,
95 % 1 „ (frische Fleischbouillon per fistulam).

Es ist hinreichend klar, daß der größte Teil der minima auf die Tage ohne Peptogene fällt, besonders auf die Tage mit Salz, während der größte Teil der maxima gerade auf die Tage mit Peptogenen kommt; die Differenz würde sicherlich noch schärfer sein, 1. wenn wir es mit einem Individuum mit weniger üppiger Pepsinsekretion zu thun gehabt hätten, 2. wenn wir bei ihm das System des Vorbereitungsmahles hätten zur Anwendung bringen können, 3. wenn unser Patient nicht oft heimlich während der Nacht Milch getrunken hätte (er gestand es nur zu, wenn er es nicht mehr ableugnen konnte), 4. wenn er nicht einige kleine Allgemeinstörungen gehabt hätte, die sicherlich zwei oder dreimal die Thätigkeit der Peptogene gestört haben, und wenn 5. endlich wir unsere Beobachtungen auf 4 Stunden, anstatt auf 3 Stunden hätten ausdehnen können. Wenn wir nun aus allen unsern Ergebnissen die mittleren Werte erhalten wollen, so müssen wir, meiner Ansicht nach, um korrekt zu verfahren, einige der Beobachtungen unberücksichtigt lassen oder sie unter eine andere Kategorie bringen. Am 20. Februar z. B. hat sich der Patient durch Trinken von Milch während der Nacht selbst peptogenisiert; dieser Tag muß mithin unter die Tage mit Peptogenen gerechnet werden. Bei der zwölfmaligen Anwendung der Peptogene wurde dreimal keine Wirkung beobachtet, einmal ohne erkennbare Ursache, die zwei anderen Male wegen der äußerst kleinen Menge Flüssigkeit, welche im Magen vorhanden war, und wegen der großen Menge Galle, die er enthielt; diese drei Beobachtungen müssen mithin außer Rechnung bleiben. Auch der 21. Februar muß unberücksichtigt bleiben, denn Traubenzucker erzeugt niemals eine solche Wirkung auf die Verdauung, der Patient hat sicherlich wiederum heimlich etwas vor dem Versuche zu sich genommen. Auch der 23. Februar darf nicht mitgerechnet werden wegen des salinischen Abführmittels, welches der Patient an diesem Tage nahm, und ebenso der 28. wegen Mangels an Säure, ohne welche die Verdauung unmöglich ist.

Die so rektifizierten 30 Beobachtungen, um welche es sich hier handelt, ergeben folgende mittlere Werte:

Dauer der Verdauung.	% Verdautes Albumen	
	ohne Peptogene	mit Peptogenen
1 Stunde	2,33 %	12 %
2 Stunden	23,66 %	45 %
3 Stunden	51,00 %	76 %

Diese Zahlen lassen keinen Zweifel zu über die Wirksamkeit der Peptogene als Mittel, die Verdauung im Innern des lebenden Magens wirksamer zu machen, und zwar in dem Sinne, daß dieselbe Menge Albumen in kürzerer Zeit, oder in derselben Zeit eine größere Menge Albumen verdaut wird. Beides kann aber nur die Folge einer reichlicheren Pepsinsekretion sein. Unsere Beobachtungen am Menschen bestätigen mithin vollständig die seit langer Zeit von Schiff an Tieren erhaltenen Ergebnisse.

(Schluß folgt.)

Zur Kenntnis der Dinosaurier und einiger anderer fossiler Reptilien.

Von

B. Vetter.

(Fortsetzung.)

(Hierzu Taf. I[1].)

Wie Huxley schon vor 15 Jahren unwiderleglich dargethan hat, ist es ganz besonders das Becken, dessen Charaktere die Mittelstellung der Dinosaurier zwischen Reptilien und Vögeln bestimmen lassen: von einer Form, welche fast unmittelbar an diejenige des Krokodils anschließt (vergl. z. B. die oben citierte Abbildung von *Brontosaurus*), finden sich alle möglichen Übergänge bis zu dem wunderbar einseitig differenzierten Becken eines Ornithopoden (*Iguanodon, Hypsilophodon* u. s. w.), das bereits in wesentlichen Punkten mit dem eines Vogels, namentlich im Jugendzustand, übereinstimmt. Nicht als ob freilich dieser Übergang für alle Teile des Beckens gleichmäßig sich vollzogen hätte und demnach eine kontinuierliche Entwickelungsreihe vorläge, in die jeder Dinosaurier ohne Schwierigkeit sich einreihen ließe. Das Darmbein, bei Sauropoden noch hauptsächlich postacetabular (in dem hinter der Hüftgelenkpfanne gelegenen Teil) entwickelt, erreicht seine größte Vogelähnlichkeit bei dem merkwürdigen gepanzerten *Stegosaurus*[2], wo sein präacetabularer Abschnitt sogar weiter nach vorn geht als bei irgend einem Vogel und mit einer entsprechend großen Zahl von Lendenwirbeln verwächst; in dieser Beziehung steht *Iguanodon* nur ungefähr auf halber Höhe der Entwickelung. Das Sitzbein (Ischium), bei Sauropoden noch ein ziemlich plumper Knochenstab, der schief

[1] Von der gütigen Erlaubnis des Herrn L. Dollo Gebrauch machend, geben wir heute einige seiner trefflichen Originalabbildungen im Lichtdruck wieder, wodurch dem Leser das Verständnis der nachfolgenden Erörterungen wesentlich erleichtert werden wird.

[2] Vergl. Kosmos VII, S. 213 und IX, S. 319.

nach unten und hinten absteigt und median mit dem der anderen Seite eine mehr oder weniger innige und ausgedehnte Symphyse eingeht, erscheint bei den Ornithopoden als schlankes, schwach S-förmig gebogenes, immer schiefer und zuletzt (*Ig. Mantelli*[1], *Hypsilophodon*) fast genau horizontal nach hinten verlaufendes Gebilde, dessen distales Ende wahrscheinlich nicht oder nur oberflächlich mit dem der andern Seite sich vereinigte. Damit ist die Umbildung, wenigstens was die schlanke Gestalt des Sitzbeins betrifft, eigentlich schon über das Stadium der Vögel hinausgegangen, indem dasselbe sich bei diesen im Gegenteil distal verbreitert, zugleich ohne jemals zu ventraler Symphyse zu gelangen. Anderseits herrscht wieder völlige Übereinstimmung im Vorhandensein eines sogenannten Obturatorfortsatzes am Sitzbein, der in der vorderen Hälfte seiner Länge nach unten gegen das noch schlankere Postpubis gerichtet ist, um die Verbindung mit diesem herzustellen, und daher da noch fehlt, wo letzteres nicht vorkommt, wie bei Sauropoden und Theropoden (eine Ausnahme von dieser Regel scheinen nur die Stegosaurier zu bilden und zwar, weil hier beide Knochen in ihrer ganzen Länge dicht aneinander liegen). — Die größten Formunterschiede zeigt bekanntlich das Schambein (Pubis). Bei Sauropoden und Theropoden ist es noch sehr krokodilähnlich (vergl. *Cerato-*, *Allo-* und *Brontosaurus* im ersten Artikel) und nimmt in ansehnlichem Maße an der Bildung der Hüftgelenkpfanne teil, vereinigt sich auch in der Regel durch (knöcherne oder bloß knorpelige) distale Symphyse mit dem der andern Seite; bei Stegosauriern und Ornithopoden dagegen ist es erheblich kleiner, sein distales, oft verbreitertes Ende bleibt frei und divergiert sogar von dem anderseitigen[2]; vor allem aber: sein proximaler, zwischen Darm- und Sitzbein eingekeilter Abschnitt entsendet dicht unterhalb der Zusammenfügung mit letzterem einen schlanken Fortsatz nach hinten, das oben schon erwähnte Postpubis, welches meist genau parallel dem Sitzbein verläuft und dasselbe bis zu seinem Ende begleitet (nur bei *Iguanodon*, wo es ohnedies bloß ein dünnes Knochenstäbchen darstellt, endigt es schon eine längere Strecke vorher). Daß auch *Omosaurus*, der europäische Vertreter von *Stegosaurus*, nicht etwa, wie Owen ausführlich zu begründen sucht[3], eines Postpubis entbehrt, sondern auch darin mit seinem Verwandten übereinstimmt, wird von Dollo ganz sicher bewiesen und dasselbe lehrt eigentlich den Unbefangenen schon der erste Blick auf die betreffenden Abbildungen. — Von da zu den Vögeln scheint nur ein kleiner Schritt zu sein: was man hier gewöhnlich Schambein nennt, ist nichts anderes als der kleine acetabulare Abschnitt des Pubis (der nur noch sehr geringen Anteil an der Bildung des Acetabulum hat) plus das Postpubis der Dinosaurier; der präacetabulare Hauptteil des Pubis der letz-

[1] Dies allerdings nur in der von Dollo (Bull. etc. 1883, No. 2) „nach Hulke" reproduzierten Abbildung, während die Figur, die er selbst früher (Bull. etc. 1882, No. 2) davon gab, diesen Knochen sogar noch stärker nach unten gesenkt darstellt als bei *Ig. bernissartensis*. Der Text gibt über diesen Widerspruch keinen Aufschluß, es wird aber wohl die Dollo'sche Originalfigur, weil auf sein wohlerhaltenes Material gegründet, die richtigere sein.

[2] So auch bei *Ig. Mantelli*, wie Dollo gegenüber Hulke nachweist (l. c. S. 92).

[3] In der oben citierten Monographie, S. 76, Fig. 12; Taf. XX, Fig. 4, 5.

teren, welcher schon bei den oben an zweiter Stelle genannten Formen in der Rückbildung begriffen erscheint, ist auf einen winzigen Höcker reduziert, der nur noch bei den Zahnvögeln Nordamerikas (nicht aber, wie es scheint, bei *Archaeopteryx*) und unter den lebenden bei Ratiten und wenigen Carinaten als wirklicher Fortsatz des Beckens nach vorn und außen gefunden wird.

In dieser Entwickelungsreihe ist unzweifelhaft eine große Lücke: wir kennen noch keine Form, die uns ein allmähliches Hervorwachsen des Postpubis aus dem Pubis begreiflich machte, bei der mit anderen Worten jenes nur erst als Fortsatz ausgebildet wäre. Ob man nicht vielleicht den lippenförmigen Vorsprung des Pubis gegen das Ischium hin bei *Ceratosaurus*[1] als solchen Anfang eines Postpubis und das darüber befindliche kleine Loch als Foramen obturatorium betrachten darf? Auch dann noch bliebe freilich der Sprung bis zu der nächst höheren Stufe des Postpubis, bei *Iguanodon Mantelli* etwa, groß genug[2]. Auf alle Fälle aber muß diese Entwickelung innerhalb der sonst so einheitlich gebauten Dinosaurierklasse stattgefunden haben, und es läßt sich somit wenigstens daraus ein triftiger Grund gegen Huxley's scharfsinnige Ableitung der Vögel nicht entnehmen; vielmehr ist mit Sicherheit zu erwarten, daß weitere Funde uns bald mit den noch fehlenden Mittelgliedern bekannt machen und, wenn für sich allein betrachtet, jene Hypothese noch fester zu begründen scheinen werden.

Kaum brauchen wir nach dem Gesagten noch auf die Frage nach der Ursache aller dieser im ganzen doch stets gleichsinnig fortschreitenden Veränderungen zurückzukommen. Es ist unzweideutig die allmähliche Verlagerung des Schwerpunktes des Körpers nach hinten, welche das Dinosaurierbecken aus dem Eidechsen- in den Vogelzustand hinüber-, ja zum Teil darüber hinausführte, und diese Verlagerung selbst beruhte auf der immer freieren Erhebung des Vorderkörpers und der immer ausschließlicheren Verwendung der Hinterbeine (und zugleich des Schwanzes?) zur Ortsbewegung. Das mußte zur Folge haben, daß das Becken dorsal und nach vorne hin in ausgedehntere und festere Verbindung mit der Wirbelsäule trat, nach hinten und unten aber sich erweiterte und verlängerte. Letzteres geschah in hohem Grade bei den über die einfache Sauropodengestalt hinaus entwickelten Formen unter den Herbivoren (bei Stegosauriern und Ornithopoden), deren gewaltige Eingeweidemasse hauptsächlich das Becken gefüllt, bezw. zwischen den auseinander weichenden Schambeinen Platz gefunden haben wird; viel weniger dagegen tritt dies

---

[1] s. im ersten Artikel Taf. II, Fig. 5.

[2] Nachträglich sehe ich, daß Marsh einen ähnlichen (durch Restauration ergänzten) Vorsprung am Pubis von *Morosaurus grandis* (Am. Journ. XVI. 1878. Taf. X, 3) geradezu als Postpubis bezeichnet, und darauf stützt sich auch wohl G. Baur, wenn er (Morph. Jahrb. X. 1885. S. 615) sagt: „Bei den Sauropoden beginnt sich das Postpubis zu entwickeln (*Morosaurus, Atlantosaurus*)", und diese Formen in bezug auf den hier in Frage stehenden Punkt als Zwischenstufen zwischen den „ältesten Dinosauriern" (welche Gattungen darunter verstanden werden sollen, ist nicht angegeben) und den Stegosauriern hinstellt. Er wird aber trotzdem zugeben müssen, daß von einer Ausfüllung der oben bezeichneten Lücke doch nicht von ferne die Rede sein kann.

bei den von konzentrierterer Kost lebenden Karnivoren (den Theropoden) hervor, welche demgemäß kein Postpubis haben, ja sogar ein durch oft weit hinaufgehende mediane Vereinigung der beidseitigen Sitz- und Schambeine ganz außerordentlich verengertes Becken zeigen[1].

Diese Formen bieten übrigens noch viel des Rätselhaften und Unerklärten dar. Wenn der Innenraum ihres Beckens auf einen relativ schmalen Kanal zwischen den beiden Darmbeinen und den oberen Dritteln der Sitz- und Schambeine reduziert war, was umgab dann die nach unten darüber hinausragenden, median verbundenen Hälften der letzteren? Traten sie als isolierte ventrale Höcker aus dem eigentlichen Körper hervor? Oder stützten sie einen in der Mittellinie des Bauches von der Brust bis zum Schwanze verlaufenden Kamm oder Grat, vergleichbar der allerdings gänzlich stützelosen »Wamme« am Hals des Hausrindes? Beides steht mit unseren hergebrachten Vorstellungen so sehr im Widerspruch, daß es einem schwer fällt, sich dies Bild wirklich zu einem lebendigen Tiere zu ergänzen. — Ferner: wenn die Hinterglieder allein den Körper trugen und dem entsprechend das Darmbein in festere und ausgedehntere Verbindung mit der Wirbelsäule trat, so wäre zu erwarten, daß auch an dieser selbst überall ein starkes Kreuzbein durch Verwachsung mehrerer Wirbel sich gebildet hätte. Das trifft nun auch bei der großen Mehrzahl zu; warum hat sich aber die eine ebenfalls jurassische Gattung *Creosaurus* mit nur zwei Sakralwirbeln begnügt? ebenso die jedenfalls zum Springen außerordentlich befähigte Gruppe der *Hallopoda*? Höchst auffallend ist auch die große Variabilität der Ornithopoden in diesem Punkte: *Iguanodon Prestwichii* besitzt, wie wir oben (1885, I. S. 376) sahen, nur 4, *I. Mantelli* 5, *I. bernissartensis* 6 Kreuzbeinwirbel[2]; bei *Hypsilophodon* finden wir deren 5, mit denen aber »in der Regel noch der letzte Lendenwirbel und, obwohl weniger häufig, die ersten postsakralen Wirbel ankylosiert waren« (Hulke, l. c.); *Laosaurus* dagegen, dessen Becken so ungemein vogelähnlich und dessen Unterschenkel und Mittelfuß unter allen Ornithopoden am stärksten verlängert sind, ist noch gar nicht bis zur Verwachsung seiner Kreuzbeinwirbel (deren Zahl daher noch nicht bestimmt werden konnte) gelangt, ebenso *Camptonotus*; *Agathaumas* endlich (wahrscheinlich zu den aus der Kreide stammenden *Hadrosauridae* gehörig) hat nach Cope 8, vielleicht 9 Sakralwirbel, die ziemlich fest verwachsen zu sein scheinen. Solche Verschiedenheiten werden sich erst verstehen und verwerten lassen, wenn wir einmal genauer wissen, welche Ursachen bei lebenden Vögeln und Säugetieren ähnliche Erscheinungen bedingen.

Kehren wir zu unserer Frage nach der Körperhaltung der Dinosaurier zurück, so ist aus dem Gesagten wenigstens so viel zu entnehmen, daß Bau und Lagebeziehungen des Beckens und Kreuzbeins bei allen außer den Sauropoden unverkennbare Hinweise auf eine hauptsächlich durch die Hinterextremität bewirkte Lokomotion des mehr oder weniger

---

[1] s. Kosmos 1884, II. S. 362.

[2] Nach Dollo's Abbildungen sind dieselben bei *I. Mantelli* auch mit ihren hohen und breiten Dornfortsätzen zu einem kompakten mächtigen Kamm verwachsen, während letztere bei *Ig. bernissartensis* (vgl. Taf. I, Fig. 1) getrennt bleiben.

aufgerichteten Körpers darbieten, daß aber innerhalb dieses Rahmens eine große Mannigfaltigkeit von Entwickelungsrichtungen zur Geltung kommt, die zum Teil wohl auch auf Verschiedenheit des Aufenthaltsmediums (auf dem Land oder im Wasser) beruhen mögen. Besteht auch im allgemeinen eine Ähnlichkeit mit den entsprechenden Teilen der Vögel, so müssen wir doch im einzelnen die Vergleichspunkte von sehr verschiedenen Dinosauriertypen zusammenfassen, um ein Ensemble zu erhalten, das sich als Vorbereitung oder Übergang zum Verhalten des Vogels darstellen läßt.

In bezug auf die Hintergliedmaße kommt Dollo zu dem Resultat, daß sie, bei *Iguanodon* wenigstens, »die größte Ähnlichkeit mit derjenigen des ausgewachsenen und gänzliche Übereinstimmung mit der des jugendlichen Vogels darbiete«; aus dieser Identität des Baues dürfe man aber sicherlich auf Identität der Funktion schließen und somit annehmen, daß auch *Iguanodon* als Zweifüßer sich bewegt habe. — In der That läßt sich diese Parallele, die schon Huxley in den wesentlichsten Punkten nachgewiesen, bei den neueren, so viel vollständigeren Resten bis in merkwürdige Einzelheiten hinein verfolgen. Das Femur trägt hier wie dort einen fast rechtwinkelig vom Schaft abgehenden, halsartig abgesetzten, kugeligen Hüftgelenkkopf, nach außen davon einen kräftigen »großen Trochanter«, auf seiner hinteren inneren Fläche den oben erwähnten »dritten Trochanter« (Taf. I, Fig. 1 noch deutlich sichtbar), der nach oben in eine Muskelleiste ausläuft; am unteren Ende finden sich zwei durch eine tiefe Rinne getrennte Gelenkköpfe, von denen der äußere, auf der Fibula spielende an der Hinterseite mit einem starken gerundeten Grat versehen ist, der zwischen die oberen Gelenkflächen des Schien- und Wadenbeins hineingreift[1] und offenbar zur Festigung des Kniegelenkes wesentlich beiträgt. Er mag als Fibulargrat bezeichnet werden.

Kaum minder groß ist die Übereinstimmung im Bau des Unterschenkels. Die in Betracht kommenden Punkte sind bereits von Huxley in seinem »Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere« (Deutsche Ausgabe von Fr. Ratzel, Breslau 1873) auf S. 223/24 so vollständig erörtert, daß ich mich auf eine kurze Aufzählung beschränken kann. Tibia oben mit starkem vorderem Kamm (»Knemialkamm«) und Höcker für die Fibula, unten transversal verbreitert, mit von unten vorn einschneidender Vertiefung oder Rinne zur Aufnahme des aufsteigenden Fortsatzes des Sprungbeins; Fibula bei vielen Formen nur noch oben ansehnlich entwickelt, nach unten dünner werdend und mehr gegen die Vorderseite der Tibia verschoben (beim Vogel ist sie bekanntlich fest mit der Tibia verwachsen und distal ganz verkümmert, hängt aber nach Bruch beim Huhn z. B. noch durch einen Bindegewebsstrang mit dem Äquivalent des Fersenbeins zusammen). — Ein recht auffälliger Unterschied liegt dagegen im Längenverhältnis von Ober- und Unterschenkel: bei *Iguanodon* überwiegt

---

[1] Beim Vogel stützt sich derselbe allerdings ausschließlich auf die Tibia und das obere Ende der rudimentären Fibula legt sich bloß von außen an ihn heran.

entschieden der erstere, bei allen Vögeln, und ganz besonders auch bei den allgemein als nächste Verwandte der Dinosaurier betrachteten Ratiten, ebenso bei *Archaeopteryx, Hesperornis* u. s. w., ist der Unterschenkel bedeutend länger und schlanker als das Femur. Doch *Hypsilophodon*, *Laosaurus* und *Nanosaurus* unter den Ornithopoden und in noch höherem Maße *Compsognathus* nähern sich darin bedeutend den Vögeln, so daß es wohl berechtigt erscheint, zu sagen, *Iguanodon* sei eben in dieser Hinsicht noch auf vorbereitender Stufe stehen geblieben, während die andern genannten Formen den Übergang zum Vogel vermittelten.

Um die Verhältnisse des Fußes zu erläutern, müssen wir etwas auf dessen Entwickelung bei den Vögeln eingehen. Wir benutzen hierbei die trefflichen Untersuchungen von Dr. G. Baur: »Der Tarsus der Vögel und Dinosaurier« (Morphol. Jahrb. VIII, 1882), auf welche sich auch Dollo hauptsächlich stützt und welche das schon früher von Gegenbaur und Rosenberg gewonnene Resultat im wesentlichen bestätigen und in manchen Punkten weiter ausführen[1]. Danach besteht der Tarsus der Vögel (es wurden namentlich Embryonen vom Huhn, daneben auch von Ente, Amsel, Sperling und Taube untersucht) ursprünglich aus zwei Stücken der ersten Reihe, Tibiale und Fibulare (dem Astragalus und Calcaneus entsprechend) und einem Stück der zweiten Reihe, welches die von vornherein verschmolzenen Träger der Mittelfußknochen repräsentiert und als Tarsale 1—5 (den Cuneiformia 1, 2, 3 + Cuboides der Säugetiere entsprechend) zu bezeichnen ist. Tibiale und Fibulare verwachsen etwa am 7. bis 8. Brüttag miteinander und nachher mit dem unteren Ende der Tibia, welche, anfangs kurz und gedrungen und gleich lang wie die ganz selbständig angelegte Fibula, diese bald in Längen- und Breitenausdehnung überholt und sich auch über das zuerst in Fortsetzung der Fibula gelegene Fibulare hinüberschiebt, während die Fibula zurückbleibt und distal zu einem bloßen Splitter wird. Das Tibiale entsendet einen aufsteigenden Fortsatz nach oben, der, nachdem Tibiale und Fibulare verschmolzen sind, rasch zu wachsen beginnt. Zuerst liegt er vorn und gegen die Fibula zu an der Tibia; später wird er in die Vertiefung am distalen Ende der Tibia verschoben, endlich verwächst er mit dieser[2]. Das die zweite Tarsusreihe repräsentierende, quer vorgelagerte Knorpelstück dagegen verwächst früh mit den oberen Enden der verlängerten 2.—4. Metatarsalien, die erst erheblich später unter sich

---

[1] Diese Arbeit, in der ausdrücklichen Erwartung unternommen, die bei Dinosauriern beobachteten Bildungen in der Ontogenie des Vogels mehr oder weniger wiederzufinden, bringt demgemäß außer den Ergebnissen eigener embryologischer Studien noch eine sehr brauchbare Zusammenstellung alles dessen, was man über den Tarsus der verschiedenen Dinosaurier bisher weiß, und im vergleichenden Teil eine Diskussion der Abstammungsfrage. Wir kommen wie gesagt später auf letztere zurück und halten uns zunächst nur an die embryologischen und paläontologischen Thatsachen.

[2] Morse („On the identity of the ascend. proc. of the astrag. in birds with the intermedium." Annivers. Mem. Boston Soc. Nat. Hist. 1880) erklärt diesen Fortsatz für selbständig angelegt und hält ihn für das „Intermedium"; ersteres ist aber nach Baur unrichtig und letztere Auffassung ist schon deshalb sehr unwahrscheinlich, weil ein Intermedium auch im Tarsus der Krokodile, Eidechsen und Schildkröten nicht mehr vorkommt, ja nicht einmal mehr selbständig angelegt wird.

zu dem »Laufknochen« verschmelzen. Außerdem entwickeln sich: ein 5. Metatarsale (wenigstens proximal), das ebenfalls mit der zweiten Tarsusreihe sich verbindet, später aber ganz verschwindet, und ein 1. Metatarsale (nur distal), das immer selbständig bleibt, sich aber bekanntlich in der Folge als kleiner Splitter der Hinterseite des Laufknochens anlegt und die rückwärts gewendete 1. Zehe trägt.

In allen diesen Vorgängen, ja schon in seiner ersten Anlage verrät der Vogelfuß deutlich die Tendenz, wenn wir so sagen dürfen, aus den getrennten, locker zusammengefügten Stücken des Tarsus der Urformen zwei in sich unbeweglich verbundene Hauptteile zu bilden: einen oberen oder proximalen Abschnitt, bestehend aus Tibia mit rudimentärer Fibula, Tibiale mit seinem aufsteigenden Fortsatz, und Fibulare, und einen unteren oder distalen Abschnitt, bestehend aus der zweiten Tarsusreihe und den Metatarsalien 2—4; das Gelenk zwischen den beiden Abschnitten liegt also »intertarsal«. Es ist ohne weitere Erklärung einleuchtend, daß dieses Gelenk dadurch möglichst vereinfacht, zum wahren Scharniergelenk umgestaltet wird, in welchem sich die Bewegungen und Kraftübertragungen leicht, energisch und mit geringstem Kraftverlust vollziehen können, und ebenso selbstverständlich ist, daß es die Verwendung der Hinterextremität zur ausschließlichen Stütze des Körpers ist, welche zunächst zur Verlängerung des Mittelfußes und damit zur Verwachsung seiner Elemente und zu jener Vereinfachung des Intertarsalgelenkes geführt hat. — Bei den Reptilien findet nun zwar die Bewegung zwischen Unterschenkel und Fuß auch fast nur intertarsal statt und die Zahl der Tarsusstücke ist sehr verringert: in der oberen Reihe bis auf zwei (Krokodile) oder nur eines (Eidechsen, Schildkröten), in der unteren bis auf zwei (Krokodile), aber nirgends treffen wir entschiedene Spuren einer Fortbildung zu dem einseitig vollkommenen Zustande der Vögel — außer bei den Dinosauriern. G. Baur glaubt in bezug darauf folgende überraschende Parallele aufstellen zu können[1]:

1) Wie beim Vogel Tibia und Fibula allmählich schlanker werden und letztere besonders distal sich reduziert, so auch bei Dinosauriern, wenn wir Sauropoden und Ornithopoden oder Megalosauriden und *Compsognathus* einander gegenüberstellen. 2) und 3) Wie dort Tibiale und Fibulare immer inniger miteinander und mit der Tibia verschmelzen, so sehen wir diese Stücke auch z. B. bei *Scelidosaurus* oder *Iguanodon* schon sehr innig verbunden, bei *Stegosaurus* und *Compsognathus* völlig verwachsen. 4) Wie dort der aufsteigende Fortsatz des Tibiale erst relativ spät auftritt, um dann rasch zu wachsen und mit der Tibia zu verschmelzen, so fehlt er den Sauropoden noch völlig (ebenso aber auch den Stegosauriern, nicht dagegen den Megalosauriden!), entwickelt sich bei Ornithopoden einigermaßen und wird bei *Compsognathus* zu einem schlan-

[1] l. c. S. 37. Ob dieselbe zu dem Schlusse berechtigt, welchen Baur daraus gezogen hat, werden wir wie gesagt später zu erörtern haben; hier sei nur bemerkt, daß wir die schon von Dames gerügten Ausdrücke „älteste“, „jüngste“ Dinosaurier, wo (nach Baur's eigener Berichtigung) morphologisch ursprünglichere bezw. fortgeschrittenere Formen gemeint sind, vermeiden und durch genauere Bezeichnungen zu ersetzen suchen.

ken, der Tibia dicht aufgelagerten (oder damit verwachsenen?) Knochenstreifen. 5) Die Mittelfußknochen, beim Vogel rasch sich verlängernd und schließlich verwachsend, werden bei Ornithopoden und Scelidosauriden (nicht aber bei Stegosauriden!) schlanker und rücken näher zusammen, sind bei Labrosauriden, Coeluren, Compsognathen und Hallopoden noch stärker verlängert, völlig verschmolzen jedoch nur[1] bei *Ceratosaurus*, ohne hier besonders lang zu sein. 6) Was die Zahl der Zehen betrifft, so wird beim Vogel eine 5. wenigstens teilweise noch angelegt, um bald zu verschwinden, und die 1. erreicht in der Regel nicht die Stärke der übrigen und hat nur ein rudimentäres Metatarsale. Unter den Dinosauriern haben sich (ganz abgesehen von den unzweifelhaft 5-zehig gewesenen paläozoischen Stammformen der ganzen Gruppe) 5 funktionierende Zehen bei allen Sauropoden und den *Stegosauridae* erhalten (bei *Scelidosauridae* nur 4), von Theropoden kennen wir die triassischen *Zanklodontidae* mit 5[2], die aus Jura und Kreide stammenden *Megalosauridae* teils mit 4, teils mit 3 Zehen; die jurassischen *Ceratosauridae* und *Labrosauridae* scheinen deren nur 3 besessen zu haben; unter den Ornithopoden hat *Hypsilophodon* 4 wohlentwickelte Zehen und ein rudimentäres Metatarsale der fünften, bei *Camptonotus* fehlt die 5. ganz und die 1. ist sehr klein, *Laosaurus* und *Iguanodon* haben nur noch winzige Rudimente des 1. Metatarsale[3], der Fuß ist entschieden dreizehig geworden, unter bedeutendster Entwickelung der mittleren Zehe und starker Verlängerung der Mittelfußknochen, die sich proximal dicht zusammenfügen — was alles den allmählichen Übergang zum Vogelzustand in wundervoller Weise zu illustrieren scheint (wenn man von dem Mangel einer an distal verschobenem Metatarsale sitzenden 1. Zehe, wie sie dem Vogel zukommt, absehen will![4]). Noch näher kommen wir diesem Zustande bekanntlich bei *Hallopus* und *Compsognathus*, insbesondere bei letzterem, wo an den 3 äußerst schlanken Mittelfußknochen, die in ihrer ganzen Länge innig verbunden, gleichsam zur Verwachsung bereit sind, 3 vollkommen vogelähnliche krallentragende Zehen sitzen und wo auch eine distal verschobene und augenscheinlich nach hinten gerichtete 1. Zehe und ein proximales Rudiment des 5. Metatarsale vorliegen — nahezu übereinstimmend mit dem von Baur abgebildeten Fuß des Amselembryos vom achten Brüttage.

Es ist wohl kaum zu verkennen, daß jene vermeintliche Parallele, jene »Rekapitulation der Formverhältnisse des Dinosauriertarsus in den verschiedenen Ordnungen durch diejenigen des Tarsus der Vögel in den verschiedenen embryonalen Stadien«[5] sich bei solcher Zusammenstellung der Thatsachen auflöst in eine Anzahl von Annäherungen der ersteren

[1] s. oben 1885, I. S. 372.

[2] Die Angabe, daß der ebenfalls triassische *Amphisaurus* nur 3 Zehen besessen habe, ist vielleicht ungenügend begründet; sicherlich aber waren nur 3 funktionsfähig.

[3] Auf unserer Abbildung (Fig. 1) leider nicht angedeutet.

[4] Dollo macht auf die fernere bei *Iguanodon* erkennbare Vogelähnlichkeit aufmerksam, daß das Metatarsale der Mittelzehe mit seinem oberen Ende weiter zurücktritt, mit seinem unteren Ende weiter nach vorn vorragt als diejenigen der beiden Seitenzehen, also unter spitzem Winkel zu der von letzteren gebildeten Ebene verläuft.

[5] G. Baur l. c. S. 37.

an die letzteren, die je nach den einzelnen Teilen des Tarsus bald in dieser, bald in jener Ordnung des reichgegliederten Dinosaurierstammes deutlicher hervortreten, nirgends aber, vielleicht *Compsognathus* ausgenommen, für alle Teile gleichmäßig oder auch nur gleichsinnig, d. h. durchweg in Richtung auf den Vogeltypus hin durchgeführt sind. Also im wesentlichen dasselbe Resultat, zudem wir schon oben (S. 24) am Schlusse der Erörterung über das Becken gelangten. — Was dagegen die Spezialfrage Dollo's betrifft, so können in der That die stufenweisen Umänderungen des Tarsus, des Metatarsus und der Zehen bei einigen Theropodenfamilien, insbesondere aber bei den Ornithopoden gar keinen andern Sinn haben als den, daß sie eine immer ausschließlichere und vollkommenere Benutzung der Hinterextremität zur Tragung und Fortbewegung des ganzen Körpers verraten. *Iguanodon, Diclonius, Laosaurus, Nanosaurus* waren entschiedene Zweifüßer — die sich jedoch wahrscheinlich, wie auch Cope annimmt, nur im Wasser halb aufrecht zu halten vermochten, auf dem Lande hingegen unbehilflich auf allen vieren krochen —; *Camptonotus*, *Hypsilophodon* dürften kaum anders als die heutigen Eidechsen oder Krokodile sich bewegt haben.

Nach dieser ausführlichen Besprechung des wichtigsten für Dollo's These zeugenden Arguments brauchen wir die übrigen nur in Kürze aufzuzählen. 1) Die Vordergliedmaße ist a) relativ verkürzt — eine Erscheinung, die zwar keineswegs notwendig oder regelmäßig, wohl aber sehr häufig in Zusammenhang mit dem aufrechten Gange auftritt — und b) ganz anders gebaut als die hintere: sie hat noch alle fünf Finger, von denen der 1., mit einem gewaltigen Dolche bewaffnet, rechtwinkelig nach innen gerichtet, der 2. bis 4. mäßig schlank, parallel dicht nebeneinander gelegt sind, gerade nach vorn sehen und offenbar kleine Hufe tragende, verbreiterte Endglieder besitzen (am 4. allerdings sehr verkümmert), während der 5.[1] schon mit seinem Mittelhandknochen stark von den andern nach hinten divergiert und wohl nur mit einer kleinen Kralle bewehrt war. Welchen besonderen Zwecken diese eigentümlich gebildete Hand gedient hat, ist schwer zu sagen: der Dolch war höchst wahrscheinlich eine Verteidigungswaffe, er könnte aber auch, vergleichbar den sichelförmigen Krallen des Ameisenbären, beim Nahrungserwerb verwendet worden sein, etwa zum Losreißen der verschlungenen Wassergewächse, die Cope aufzählt[2], vom Uferrand; die Mittelfinger scheinen den Vorderkörper zeitweilig gestützt zu haben, auf alle Fälle aber vermochten sie nicht bei der eigentlichen Fortbewegung thätig zu sein[3].

2) Kopf und Hals sind verhältnismäßig klein und leicht, der Thorax zwar umfangreich, aber kurz und dem Becken genähert, so daß die vor

[1] In unserer Abbildung ist der 5. Finger der linken Hand nur in starker Verkürzung, der rechtseitige dagegen ganz zu sehen.

[2] Vergl. oben 1885, I S. 374.

[3] Herrn L. Dollo verdanke ich in bezug hierauf folgende briefliche Mitteilung: „Prof. P. J. van Beneden hat die Vermutung ausgesprochen, daß der 5. Finger von *Iguanodon* opponierbar war, wie unser Daumen, und ich neige gleichfalls zu dieser Ansicht. Der 2.—4. Finger endigten wahrscheinlich mit kleinen hornigen Hufen, der 5. dagegen hatte ohne Zweifel keine Kralle mehr, denn sein Endglied ist knopfförmig und ohne Furchen."

dem Unterstützungspunkt des ganzen Rumpfes (d. h. vor der Hüftgelenkpfanne) gelegene Masse relativ nicht viel schwerer gewesen sein wird als beim Vogel, während anderseits der außerordentlich mächtige und lange Schwanz ein höchst wirksames, das Balancement auf den Hinterbeinen erleichterndes Gegengewicht bildete.

3) Auf dem ziemlich schlanken, aus mindestens 10, vielleicht 12 Wirbeln bestehenden, frei beweglichen Halse war der Kopf nach Vogelart befestigt, wie der nicht gerade nach hinten, sondern fast senkrecht nach unten sehende Hinterhauptskondylus beweist[1], woraus also wohl auch auf vogelartige Haltung des Halses und Kopfes zu schließen ist. Anderseits haben sich an den oberen Dorn- und Querfortsätzen der ganzen übrigen Wirbelsäule, vom ersten Rückenwirbel an bis fast zum Ende des Schwanzes, zahlreiche verknöcherte Bänder und Sehnen erhalten, welche ebenso wie die plankonkaven Gelenkflächen der Wirbelkörper deutlich für die feste Zusammenfügung dieser Teile sprechen. Auf der Lenden- und hinteren Rückengegend liegen jene Sehnen sogar regelmäßig sich kreuzend übereinander und verbinden diese Abschnitte der Wirbelsäule mit dem Kreuzbein zu einem in sich unbeweglichen massiven Ganzen[2] — genau wie beim Vogel, welcher nur noch die Verwachsung des langgestreckten Darmbeines mit der ganzen Lendenregion hinzu erworben hat.

4) Endlich sind auch die von Beckles im Wealden 1851 zuerst entdeckten, später auch von Struckmann und Grabbe bei Hannover und an anderen Orten in gleichaltrigen Schichten nachgewiesenen dreizehigen Tierfährten zu berücksichtigen. Nicht nur ist bisher aus dem Wälderthon kein anderes dreizehiges Tier bekannt, das solche Fußspuren hätte hinterlassen können, als eben *Iguanodon* — die in möglichst natürlicher Lage restaurierten Mittelfußknochen und Zehen des letzteren passen auch, wie Dollo zeigt, so vollkommen und genau in jene vertieften Abdrücke hinein, daß ihre Zusammengehörigkeit kaum bezweifelt werden kann. Nun sind aber diese Abdrücke niemals von Spuren der kleineren Vorderglieder oder des Schwanzes begleitet und sie folgen sich in nahezu gleichen Abständen; *Iguanodon* muß sich also schrittweise (und nicht etwa hüpfend) auf den Hinterfüßen als Zehengänger fortbewegt haben, ohne die Vorderfüße aufzusetzen oder den Schwanz als Stütze zu gebrauchen oder ihn nachschleifen zu lassen[3] — solange er wenigstens auf dem weichen Boden der seichten Gewässer, in denen diese Schichten abgelagert worden sind, langsam einherwandelte. Daß er sich übrigens

[1] Denselben Punkt hebt auch Cope für *Diclonius* hervor; s. oben l. c. S. 374.

[2] Ganz besonders schön zeigen sich diese Sehnen auf dem vollständig restaurierten Exemplar von *Iguanodon Mantelli*, von dem Dollo im Bull. du Mus. roy. d'Hist. nat. de Belgique, T. III. 1884 Nr. 2 eine photo-lithographische Abbildung gibt.

[3] Es sei hier daran erinnert, daß Marsh neben den jedenfalls auch von Dinosauriern herrührenden dreizehigen Fußspuren im triassischen Sandstein des Connecticutthales, welche früher allgemein riesenhaften Vögeln zugeschrieben wurden, meistens auch die zugehörigen Eindrücke der kleineren Vorderglieder (über deren Fingerzahl er leider nichts sagt) hat nachweisen können — wonach also auch die vogelartige Bildung des Fußes und die Kleinheit der Hand nichts für einen zweibeinigen Gang beweisen würde! (S. Amer. Journ. Sc. a. Arts, Vol. XIV. 1877; vgl. Kosmos II, 330.)

wohl vorzugsweise im Wasser aufhielt und darin mit Hilfe seines mächtigen Schwanzes umherschwamm, die Vorderglieder nach Art eines Krokodils oder Molches an den Körper anlegend (Owen), Kopf und Hals wahrscheinlich gerade ausgestreckt, nicht über den Wasserspiegel hervorragend, nimmt auch Dollo an, der zugleich, wie schon Struckmann und Grabbe, an den Fährten dieser Tiere Andeutungen einer Schwimmhaut zwischen den Zehen bemerkt haben will und daraus auf eine Mitthätigkeit der Hinterfüße beim Schwimmen schließt.

Auch der Schädel des *Iguanodon bernissartensis* hat durch L. Dollo eine ausgezeichnete Darstellung und Beschreibung erfahren[1], was um so erfreulicher ist, als wir bisher nur von sehr wenigen Dinosauriertypen eine genaue und vollständige Kenntnis ihres Schädelbaues besaßen. *Iguanodon* charakterisiert sich durch ungemein massige und hohe Ausbildung des hinteren Schädelabschnittes, bis einschließlich der Augengegend, welchem ein an Höhe zwar nur allmählich abnehmender, der Quere nach dagegen stark verengter Schnauzenteil angefügt ist; man muß daher notwendig die Seiten- und die Dorsalansicht dieses Schädels nebeneinanderhalten, um eine einigermaßen zutreffende Vorstellung davon zu gewinnen.

Die vordere, fast schnabelähnliche Hälfte dieses wunderlichen Gebildes wird von den Nasenbeinen, den Zwischen- und Oberkieferknochen zusammengesetzt. Erstere (*h*), obwohl ansehnlich lang und schmal, erreichen doch die gleichfalls ungewöhnlich langen äußeren Nasenöffnungen (*d*)[2] nur mit ihrem Vorderrande; die ganze übrige Umgrenzung dieses Loches fällt jederseits dem Intermaxillare *a* zu, welches dasselbe mit einem schlanken aufsteigenden Fortsatz *b* von vorn und mit einer hinteren, noch weit zwischen Nasale und Maxillare sich einschiebenden Knochenplatte *c* von hinten umfaßt, während der eigentliche Körper dieses Knochens das vordere Ende der Mundspalte umgrenzt und sich erheblich unterhalb des Niveaus der Zahnreihe herabsenkt. Das Maxillare *g* läuft als ziemlich senkrechte Platte nahezu parallel mit dem gleichen Knochen der andern Seite nach hinten und trägt längs seines unteren Randes eine geschlossene Reihe von 25 Zähnen, welche bis hinter die Augenhöhle, ja sogar noch etwas hinter den Vorderrand des aufsteigenden oder Kronfortsatzes des Unterkiefers reicht; noch vor der Orbita aber erhebt sich von der Außenfläche des Maxillare ein starker Fortsatz nach außen und hinten, um sich mit dem Jugale *q* und Quadratojugale *r* zur Bildung eines »Jochbogens« zu vereinigen, der wie bei den Säugetieren das untere Ende der »seitlichen Schläfengrube« *l'* überbrückt und wohl auch einem kräftigen Massetermuskel zum Ursprung diente.

Die Gestalt des hinteren Schädelteils wird hauptsächlich bedingt 1) durch das sehr breite kurze Stirnbein *k* nebst Prae- und Postfrontale

[1] L. Dollo, „Quatrième Note sur les Dinosauriens de Bernissart.“ 2 Taf. Bull. du Mus. roy. d'Hist. nat. de Belgique, T. II. 1883. Nr. 3.

[2] Bei *Ig. Mantelli*, dessen Schädel Dollo in einer späteren Mitteilung abbildet, ist diese ganze Verlängerung des vordersten Schädelabschnittes und so auch der äußeren Nasenlöcher und ihrer Umgebung noch stärker ausgeprägt.

(*p'* und *p*), an welche sich überdies zur Überdachung der Augenhöhle noch zwei Supraorbitalknochen *l*, *m* schließen, 2) aber besonders dadurch, daß nun auf diese breite Stirnregion eine sehr schmale Gehirnkapsel folgt, deren Dach, von den Scheitelbeinen *x* gebildet, nach beiden Seiten sehr steil abfällt und sich in der Mitte zu einem scharfen Grat erhebt. Indem dann dem nach außen und hinten hin flügelartig verlängerten Scheitelbein ein breites dreistrahliges Schuppenbein (Squamosum) *s* sich anfügt, das nach vorn mit dem Postfrontale in Verbindung tritt, während es mit zwei absteigenden Fortsätzen (*t*, *u*) den oberen Kopf des gewaltigen Quadratum *b'* von vorn und hinten umgreift, bleibt auf der Schädeloberfläche beiderseits der Mittellinie eine weite tiefe Grube, die »obere Schläfengrube« *s'* offen, die unmittelbar mit der seitlichen Schläfengrube zusammenhängt und zweifellos einen mächtigen zum Kronfortsatz des Unterkiefers hinabziehenden Schläfenmuskel zu beherbergen hatte. In dieser Hinsicht besteht entschieden eine große Ähnlichkeit mit dem oben (1885, I. S. 373) beschriebenen *Diclonius*, so verschieden auch die beiden Schädel auf den ersten Blick erscheinen mögen; unter den lebenden Formen scheint namentlich *Hatteria* manche vergleichbare Punkte aufzuweisen. — Am Quadratum ist noch des nach innen und vorn gerichteten breiten Pterygoidfortsatzes *c'* zu gedenken, am Hinterkopf der ungewöhnlich entwickelten »parotischen Fortsätze« *y*; das Verhalten der Schädelbasis, der Flügel- und Gaumenbeine u. s. w. konnte nicht so genau ermittelt werden, nur soviel steht fest, daß alle diese Teile nach dem Typus der Eidechsen und nicht der Krokodile gebaut waren, daß insbesondere die inneren Nasenlöcher ziemlich weit vorn lagen, die Flügelbeine aber bis hinter das Ende der Zahnreihen zurückgedrängt, die Gaumenbeine sehr lang und schmal waren.

Der Unterkiefer ist höchst eigenartig gebildet. Bei bedeutender Länge verlaufen doch sein oberer und unterer Rand, soweit jener mit Zähnen besetzt ist, nahezu horizontal und zugleich sind wegen der Schmalheit des Schädelgrundes und der starken Annäherung der beiden oberen Zahnreihen an die Medianebene auch die beiderseitigen Unterkieferäste außerordentlich nahe zusammengerückt und beinahe parallel gerichtet. Da nun die Zahnreihen bis unter die Mitte der seitlichen Schläfengruben reichen, so kann der Kronfortsatz *m'*, welcher entsprechend der oben erwähnten Schläfenmuskulatur ungemein hoch und breit entwickelt ist, nicht wie gewöhnlich in der Fortsetzung derselben nach hinten auf dem oberen Rande des Unterkiefers sich erheben, sondern er muß, um frei in der Schläfengrube spielen zu können, nach außen von den hintersten Zähnen aufsteigen — abermals eine an die Säugetiere erinnernde Besonderheit. Dicht hinter dem Kronfortsatz liegt das Articulare mit der Gelenkgrube für das Quadratum. Prachtvoll erhalten zeigen sich bei der Ansicht von innen die Reihen der nacheinander in Thätigkeit tretenden Ersatzzähne, deren mindestens 4 Reihen sichtbar sind.

Der vorderste Abschnitt des Unterkiefers ist etwas abwärts gebogen und unbezahnt. Er wird gebildet hauptsächlich von den vorderen Enden der durch eine kurze Symphyse *m''* vereinigten Dentalia, deren schief abgestutztem Vorderrande aber ein merkwürdiger unpaarer hufeisenförmiger Knochen, ein »Praesymphysale« *k'* (Dollo) aufgesetzt ist, welches also

mit seiner zugeschärften, vorn zähnig gekerbten vorderen Kante den Eingang in den Mund begrenzt und dem ebenfalls zahnlosen Körper der vereinigten Zwischenkiefer gegenübersteht. Dieses Element des Unterkiefers scheint bei anderen Reptilien gar nicht vertreten zu sein, nur ein von HULKE bei *Hypsilophodon* beobachtetes »dünnes dreieckiges, symmetrisch in Form einer Mulde gebogenes« Knochenstück dürfte, wie DOLLO wohl mit Recht vermutet, jenem entsprechen [1]. Noch bestimmter möchten wir aber die von COPE bei *Diclonius mirabilis* beschriebene »unpaare zahnlose flache, ungefähr halbkreisförmige Platte, . . . die sich von unten her dem Oberschnabel anpaßt« [2], für ein Homologon jenes Gebildes bei *Iguanodon* erklären. COPE hält es zwar für das Dentale und läßt das Spleniale die Zähne tragen: uns erscheint es jedoch fast selbstverständlich, daß der zahntragende Knochen auch hier als Dentale, diese flache vordere Platte dagegen (wie auch DOLLO l. c. S. 248 andeutet) als Praesymphysale oder besser und kürzer als Mentale (wie eine entsprechend gelegene Verknöcherung bei den Amphibien schon lange heißt) zu bezeichnen ist. Und wenn COPE bei *Diclonius* deutliche Spuren einer Hornscheide an diesem flachen Entenschnabel auffand, so kann uns dies nur in der Vermutung bestärken, daß auch bei *Iguanodon* die zahnlosen Ränder der Zwischenkiefer sowohl wie des Mentale mit zugeschärften Hornüberzügen ähnlich denen der heutigen Schildkröten bekleidet gewesen seien. Diese Vermutung gründet sich nicht bloß auf die Lage und Form der fraglichen Teile, insbesondere des Mentale, dessen schneidender Rand und zahnartige Einkerbungen vorn sich sogar, wie DOLLO bemerkt, bei einigen Schildkröten genau so wiederholen, sondern namentlich auch auf die (in unserer Abbildung leider nicht angedeutete) Reihe kleiner Löcher in dem das Mentale tragenden Vorderrand des Dentale (ähnliche Löcher, zwar größer, aber minder zahlreich, finden sich weiter hinten längs der Außenseite des zahntragenden Abschnittes dieses Knochens): — das können nur *foramina* zum Austritt von Blutgefäßen aus der bekanntlich an der Innenseite der Deckknochen des Unterkiefers entlang verlaufenden Arterie sein, wie sie eben nur da vorkommen, wo es umfängliche Bildungen der Cutis und Epidermis in der Kinngegend zu ernähren gilt. Hier aber dürfte es sich kaum um etwas anderes als eben um einen Hornschnabel gehandelt haben, mittels dessen *Iguanodon* sein wohl auch aus weicheren Pflanzenteilen bestehendes Futter abweidete, um es darauf zwischen den langen Zahnreihen zu zermahlen.

Nur andeutungsweise können wir hier zum Schlusse des in einer ferneren Mitteilung DOLLO's [3] scharfsinnig erbrachten Nachweises gedenken, daß und inwiefern die Art der Ausbildung der Kiefermuskulatur von wesentlichem Einfluß auf die Gestaltung wichtiger Schädelpartien ist.

[1] Daß dieses Stück bezahnt gewesen sei, wie Dollo annimmt, geht aus Hulke's Beschreibung keineswegs hervor; es würde dies allerdings zu dem hier gleichfalls bezahnten Intermaxillare sehr gut passen.

[2] S. oben 1885, I. S. 374.

[3] „Cinquième Note etc." Bull. Mus. roy. Hist. nat. de Belgique. T. III. 1884. 2 Taf.

Dieselbe besteht bei Sauropsiden wie bei Säugetieren aus zwei in der Regel gegensätzlich entwickelten Gruppen, den Schläfen-Kaumuskeln (*Mm. temporalis* und *masseter*) und den Flügelmuskeln (*Mm. pterygoidei*). Ein Vergleich zweier geeigneter Säugetiertypen, der Karnivoren und der Wiederkäuer, bei welchen je die erstere und die letztere Muskelgruppe vorwiegend ausgebildet ist, zeigt nun, daß jene in Zusammenhang damit ausgerüstet sind mit 1) starkem Sagittalkamm auf dem Schädel, 2) langem und kräftigem Kronfortsatz des Unterkiefers, 3) ungeheurer Schläfengrube, 4) hohem und stark gekrümmtem Jochbogen, 5) tiefer Massetergrube, 6) kleinen stabförmigen Flügelbeinen; beim Wiederkäuer dagegen fehlt 1) ganz, 3) und 5) sind wenig entwickelt, 2) ist zwar lang, aber sehr dünn, 4) fast gerade und sehr schwach, während 6) die Flügelbeine hohe breite Knochenplatten darstellen. Unter den Sauropsiden zeigen Lacertilier und Krokodile, z. B. als extreme Formen *Chamaeleon* und *Alligator*, ganz ähnliche Gegensätze, zu denen noch kommen: dort weit offene »obere Schläfengruben«, die hier fast völlig geschlossen sind, hier dagegen (bei fast völliger Rückbildung des Kronfortsatzes) eine Fontanelle im Unterkiefer, die dort fehlt. Stellt man nun unter den Dinosauriern *Iguanodon* und *Ceratosaurus* einander gegenüber, so ergeben sich wieder nahezu dieselben Unterschiede und jenem schließt sich darin am nächsten *Diclonius*, diesem *Diplodocus* an; es werden also wohl auch dort vorwiegend die Schläfenmuskeln, hier die Flügelmuskeln ausgebildet gewesen sein. Nun sind aber *Iguanodon* und *Diclonius* entschiedene Herbivoren (genauer wohl eigentlich Foliivoren, Laubfresser), *Ceratosaurus* dagegen ist Fleischfresser — d. h. wir finden hier in Verbindung mit und in Anpassung an rein pflanzliche, bezw. tierische Kost gerade entgegengesetzte Ausbildungsformen und -grade der Kaumuskulatur und des Schädels wie bei den Säugetieren. Es kann also offenbar nicht die Art der Kost als solche das Ausschlaggebende sein. Die Erklärung liegt vielmehr einfach darin, daß der erstere Typus, das Vorwiegen der Schläfenmuskeln, überhaupt den ursprünglichen Zustand des Omnivoren (und des undifferenzierten Foliivoren) repräsentiert, welchen denn auch die bei solcher Lebensweise stehen gebliebenen Formen (unter den Säugern z. B. auch die Schweine, ja selbst *Anoplotherium*, trotz seiner sonstigen zum Wiederkäuertypus hinneigenden Differenzierungen) ebenso darbieten wie, mit unwesentlichen Abänderungen, diejenigen Karnivoren, deren Kiefer nur eine scherenartige Auf- und Abbewegung ausführen, während dagegen das Vorwalten der Flügelmuskeln stets auf eine gewisse Spezialisierung der Ernährungsweise hindeutet, welche allerdings die verschiedensten Richtungen eingeschlagen haben kann, wie eben schon der Vergleich zwischen *Ceratosaurus* und *Diplodocus* beweist.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die hier angeführten Momente, welche den Gedankengang des Verf. im wesentlichen wiedergeben, die von ihm angeregte Frage noch keineswegs erschöpfen können. Die Umgestaltungen des Schädels hängen ja natürlich stets von zahlreichen verschiedenen Ursachen ab, deren auch Dollo im Vorbeigehen mehrere erwähnt; auf alle Fälle aber ist es sehr verdienstlich, solche Vergleiche und Untersuchungen anzustellen, denn nur auf diesem Wege dürfen wir

dem eigentlichen Endziele der morphologischen Forschung näher zu kommen hoffen, dem Ziele nämlich, daß wir jeden Einzelorganismus als das Ergebnis der mannigfachsten Anpassungen seiner näheren und entfernteren Vorfahren immer völliger verstehen lernen und die Züge der ältesten Stammväter unter der dichten Hülle all dieser späteren Zuthaten immer bestimmter hervorleuchten sehen, um so endlich ein Bild von dem allmählichen Sprossen und Wachsen des Lebensbaumes entwerfen zu können. Ein derartiges vorsichtiges Hereinziehen physiologischer Gesichtspunkte in die morphologische Betrachtungsweise führt nicht auf Abwege, wie man, früherer Einseitigkeiten eingedenk, noch vielfach befürchtet, sondern schafft erst die rechte Unterlage und die unentbehrliche Kontrolle für vergleichend-anatomische Schlüsse, ohne welche diese nur allzuleicht in haltlose Spekulationen ausarten.

(Schluß folgt.)

Tafelerklärung.

Fig. 1. *Iguanodon bernissartensis* Boulanger, nach L. Dollo, in Bull. du Mus. roy. d'Hist. nat. de Belgique, T. II, Taf. V. ($^1/_{25}$ nat. Größe.)

Die vertikalen und horizontalen Dimensionen des so aufgestellten Tieres sind auf den beigefügten Massstäben verzeichnet; die Länge vom Kopf bis zur Schwanzspitze gemessen gibt Dollo an einer andern Stelle zu ungefähr 9,5 m an.

Fig. 2. Schädel von *Iguanodon bernissartensis* Blgr., linke Seitenansicht. $^1/_6$ nat. Gr.
Fig. 3. Derselbe, von oben gesehen. $^1/_6$ nat. Gr.
Fig. 4. Unterkiefer desselben, von innen gesehen. $^1/_6$ nat. Gr.

a Intermaxillare.
b dessen Nasenfortsatz.
c „ Maxillarfortsatz.
d äußeres Nasenloch.
e Nasenscheidewand.
f Kommunikation beider Nasenhöhlen.
g Maxillare.
h Nasenbeine.
i Antorbitalgrube.
k Stirnbein.
l, m Supraorbitalknochen.
n Lacrimale.
o Augenhöhle.
p Postfrontale.
q Jugale.
r Quadratojugale.
s Squamosum.
t, u, v Fortsätze desselben.
x Parietale.
y „Parotischer“ Fortsatz.
z Hinterhauptskondylus.
a' „Hypoparotische Posttemporalgrube.“
b' Quadratum.
c' Pterygoidfortsatz desselben.
e' Gelenkfortsatz desselben.
g' Fragment eines nicht zum Unterkiefer gehörigen Knochens.
h' Stück des Zungenbeins.
i' Unterkiefer.
k' „Präsymphysale“ (Mentale).
l' seitliche Schläfengrube.
m' Kronfortsatz des Unterkiefers.
n' oberer scharfer Rand } des Mentale.
o' zahnartige Einkerbungen } des Mentale.
p' Präfrontale.
q' Fortsatz des Parietale zum Squamosum.
r' Supraoccipitale.
s' obere Schläfengrube.
x' Coronale.
y' Dentale.
z' Articulare.
a'' Supraangulare.
b'' Angulare.
c'' Spleniale.
e'' aufsteigender Fortsatz des Articulare.
l'' äußerer abgeflachter Rand des Intermaxillare.
m'' Symphyse des Unterkiefers.
n'' medianer Bruch im Mentale.

Vegetationsbilder aus West-Indien und Venezuela.

Von

Dr. Fr. Johow.

III. Ein Ausflug nach der Höhle del Guacharo.

Es war bereits mehr als ein Monat verflossen, seitdem uns nach langer, ermüdender Fahrt über den atlantischen Ozean das palmengeschmückte Gestade der ersten westindischen Insel, Barbados, erschienen war. Der verwirrenden Fülle von Eindrücken, mit denen das tropische Land und seine fremdartigen Gestalten in den ersten Tagen unsere Phantasie bestürmt hatten, war allmählich eine ruhige und genießende Betrachtung der uns umgebenden neuen Welt gefolgt. Wir hatten uns von Barbados aus alsbald nach dem Südende des westindischen Archipels, nach Trinidad, begeben und diese herrliche Insel mit ihrer unvergleichlich üppigen und mannigfaltigen Flora bereits nach mehreren Richtungen hin durchstreift und durchforscht. Jetzt trieb uns ein unwiderstehliches Verlangen, die nahegelegene Küste des südamerikanischen Kontinents zu besuchen, um die Waldgebiete der Orinocomündungen und die unermeßlichen Llanos kennen zu lernen, welche von früher Kindheit an unserer Einbildungskraft als das Non plus ultra tropischer Schönheit und Wildheit vorgeschwebt hatten.

Nach langem, durch verschiedenartige Ratschläge mannigfach beeinflußtem Zaudern betreffs des einzuschlagenden Weges brachten wir endlich ein bestimmtes Reiseprojekt zu stande: Wir beschlossen, den Rio Guarapiche, einen Strom, welcher sich einige Meilen nördlich von dem eigentlichen Orinocodelta in den Golf von Paria ergießt, aufwärts bis Maturin zu befahren und von dort aus den Versuch zu machen, durch die Steppe nach der berühmten, von Humboldt entdeckten Höhle del Guacharo in der venezolanischen Küstenkordillere vorzudringen.

Im Verfolge dieses Planes begaben wir uns am Nachmittage des 28. Februar 1883, mit Proviant für mehrere Wochen sowie mit Empfehlungsbriefen — den unentbehrlichsten Ausrüstungsgegenständen für eine Reise im spanischen Amerika — reichlich versehen, an Bord des Schooners »Henriette«, eines kleinen Segelschiffes, welches den Verkehr zwischen Port of Spain auf Trinidad und dem Caño Colorado, dem Verschiffungsplatz von Maturin in Venezuela zu vermitteln hatte.

Abgesehen von einigen farbigen »Deckers«, die sich gleichzeitig

mit uns nach dem Caño einschifften, waren wir beide die einzigen Passagiere, welche die ungewöhnliche Fahrt auf der »Henriette« unternahmen. Nichtsdestoweniger kostete es uns, die wir noch den Komfort des transatlantischen Dampfers in frischem Andenken hatten, nicht geringe Mühe und Überwindung, ehe wir uns in der sogenannten Kajüte des Schiffes, einem kleinen, jeder Bequemlichkeit baren Raum, einigermaßen für die Reise eingerichtet und einen geeigneten Platz für unsere Hängematten ausfindig gemacht hatten. Die voraussichtlich nur kurze Dauer der Fahrt ließ uns indessen die bevorstehenden Unbequemlichkeiten bald vergessen, und mit frohem Herzen nahmen wir von unseren Trinidader Freunden, die uns an Bord begleitet hatten, Abschied.

Die Sonne sandte eben dem Gipfel des Tamaná, jenes einsam im Zentrum von Trinidad sich erhebenden Berges, nach dem wir erst vor kurzem eine genußreiche Exkursion unternommen hatten, ihre letzten Strahlen zu, als der Abendpassat einsetzte und das große Segel der »Henriette« mächtig aufblähend zum Lichten der Anker einlud. So wurde denn um 6 Uhr abends das Fahrzeug gelöst und rasch glitten wir über das ruhige Wasser des Paria-Golfes westwärts. Während die Küste von Trinidad hinter uns in der Dämmerung verschwand, zogen im Norden die Umrisse der Fife Islands und des reizenden Caspari und Monos[1] an uns vorüber, schattenhaft zwar, aber so nahe, daß man noch hier und da am Ufer eine Kokospalme oder einen riesigen Säulenkaktus erspähen konnte, die sich gegen den nächtlichen Himmel abhoben. Dann verschwanden auch diese Gestalten, und kaum war eine Stunde dahingegangen, so fiel das Auge nur noch auf Wellenkämme und Schiffsrahen, die in dem Licht der Gestirne erglitzerten.

Als wir nach einer unruhig verbrachten Nacht am Morgen des 1. März uns aus der Hängematte erhoben und aufs Verdeck eilten, war die venezolanische Küste bereits in Sicht. Deutlich zeichneten sich im Norden die Hügel des Vorgebirges Paria ab, jener weit nach Osten vorspringenden Landzunge, die bis auf eine Entfernung von wenigen Meilen nach der Nordwestspitze von Trinidad hinüberreicht, während im Westen sich ein scharfgezeichneter, flacher Saum am Horizonte hinzog: die »Mangrovelinie« der Niederung des Guarapiche. Wegen ungünstigen Windes, der an der Küste wehte, dauerte es nun noch mehrere Stunden, bis die »Henriette« nach längerem Lavieren in die breite Mündung des Stromes einlaufen konnte. Dann aber lag der ganze Zauber einer südamerikanischen Flußlandschaft plötzlich vor unseren Blicken ausgebreitet: in der Mitte eine ausgedehnte, spiegelglatte Fläche, auf welcher plumpe Pelikane, Enten und Taucher schwammen, zu beiden Seiten aber ein üppiger Mangrovehochwald, der von der Ferne gesehen wie eine kompakte, dunkle Mauer erschien und erst in der Nähe sich auflöste in ein

[1] Eine Reihe kleiner Inseln, die von der Nordwestspitze Trinidads nach dem Festland von Venezuela sich hinüberzieht, ausgezeichnet durch ein herrliches, mildes Seeklima, dessentwegen sie von den in Port of Spain ansässigen Europäern mit Vorliebe als Luftbadeort besucht werden, und durch eine ebenso üppige als anmutige Vegetation, die von derjenigen des nahegelegenen Trinidad merkwürdigerweise nicht unbeträchtlich abweicht.

Gewirr von Wurzelgerüsten, Stämmen und Laubkronen, zwischen denen scharlachrote Ibisse, weiße Reiher und andere bunte Wasservögel ihr Wesen trieben. Die so interessanten geographischen und biologischen Verhältnisse der Mangrovewälder sind in Nr. 1 dieser »Vegetationsbilder«[1] bereits so eingehend geschildert worden, daß hier einfach auf jene Darstellung verwiesen werden kann. Wohl eine deutsche Meile weit zieht sich am Guarapiche (oder vielmehr am Caño Colorado, wie der untere Teil des Flußlaufes genannt wird) unvermischter Mangrovewald stromaufwärts; dann tritt diese einförmige Waldform immer mehr gegen anderes Gehölz zurück, bis sie eine Tagereise landeinwärts — da, wo das Wasser nicht mehr brakige Beschaffenheit besitzt — vollständig verschwunden ist.

Beständig zwischen den beiden Ufern kreuzend, segelte nun die »Henriette« langsam stromaufwärts, wobei wir völlige Muße hatten, uns in die Betrachtung der merkwürdigen Landschaft zu versenken. Bald ließ sich ein kleines venezolanisches Zollboot sehen, welches den Fluß herabkommend direkt auf uns lossteuerte; es setzte zwei Beamte an Bord, denen die Aufgabe zufiel, die Ladung des Schiffes bis zur Ankunft am Ausschiffungsplatze zu überwachen.

Gegen Abend mußten wir wegen Eintritts der Ebbe — dieselbe macht sich im Caño sehr weit ins Land hinein geltend — vorläufig die Fahrt sistieren; das Schiff wurde deshalb für die Nacht in der Nähe des Ufers vor Anker gelegt. Bei der herrlichen kühlen Luft, die nach Sonnenuntergang vom Meere her zu wehen begann, und angesichts des wundervollen Sternenhimmels, der sich über unseren Häuptern ausspannte, konnte ich der Versuchung nicht widerstehen, die Nacht im Freien auf dem Verdeck zuzubringen. Ich hüllte mich in meine wollene Reisedecke, legte mich in meinen aus Palmenfasern geflochtenen Chinchorro[2], den ich zwischen zwei Masten ausspannte, und lauschte den mannigfaltigen, der Tierwelt entstammenden Geräuschen, welche geheimnisvoll aus dem Walde hervortönten[3]. Als mich dann gegen Mitternacht die Müdigkeit übermannte, suchte ich lange vergeblich den Schlaf. Erst als ich, um meine aufgeregte Phantasie zu beruhigen, die fremden Sternbilder des Himmels zu mustern begann, welche stetig und klar am Firmament erglänzten, verfiel ich in einen Halbschlummer, der wohl ohne Unterbrechung bis zum Anbruch des Tages gewährt haben würde, hätten mich nicht das Geheul der Brüllaffen und die krächzenden Töne der durch die Raubtiere in ihrer Ruhe gestörten Wasservögel mehr als einmal wieder aufgeschreckt. Schlug ich dann in solchen Momenten die Augen auf, so fiel mein Blick entweder auf eine riesige Fledermaus[4], welche lautlos über das Verdeck huschte, oder eine große Leuchtfliege, die einem Irrlicht gleich über dem Wasserspiegel des Mangrovedickichts schwebte.

---

[1] Siehe Jahrg. 1884, Band I, Seite 415 dieser Zeitschrift.

[2] Indianische Hängematte.

[3] Vergl. die Schilderung in Nr. 1 dieser Aufsätze, l. c.

[4] Es gibt in dieser Gegend auch zahlreiche blutsaugende Vampyre. Kurz vor unserer Ankunft in Caño Colorado war, wie man uns mitteilte, ein Indianer, der die Nacht im Freien zugebracht hatte, von einem jener Tiere empfindlich gebissen worden.

Ein überraschend schöner Sonnenaufgang folgte jener romantischen Nacht. Denn gleich als ob in diesem großen Theater der Natur ein Vorhang aufgerauscht wäre, so verändert erschien die Landschaft plötzlich, als um 6 Uhr morgens die Sonnenscheibe über dem Spiegel des Flusses sichtbar wurde und rasch am Himmel aufsteigend ihr Licht über Strom und Wald ausgoß. Aus dem schnell erleuchteten Waldesdunkel erhoben sich in hellen Haufen die scharlachroten Ibisse, an Farbenpracht mit dem Morgenrot wetteifernd, und die grünen Papageienscharen, welche lärmend nach ihren Futterplätzen zogen. Einsam und schweigend aber zogen die Pärchen der langgeschwänzten blauen Aras[1] hoch über den Wald dahin, während die plumpen Pelikane in die schlammige Flut des Stromes hinabtauchten, um ihr Fischfrühstück in den unförmlichen Kehlsäcken zu bergen.

Ohne Säumen begann mit Sonnenaufgang auch die Besatzung der »Henriette« ihr Tagewerk. Da der Wind wiederum schwach und in ungünstiger Richtung blies, so mußten sich die Matrosen auf zwei Kanoes begeben und das Schiff mit dem Schlepptau vorwärts bugsieren. Bald gelangten wir auf eine seeähnliche, von prachtvollem Wald umsäumte Verbreiterung des Stromes, woselbst der Caño San Juan, ein von Norden kommender Fluß, in den Caño Colorado mündet, und fuhren dann den Guarapiche — so wird in specie der obere Teil des Caño genannt — noch eine kurze Strecke weit hinauf. Das Flußbett wurde schon nach einer Stunde so eng, daß man beide Ufer vom Schiffe aus bequem übersehen und die Vegetation daselbst leicht beobachten konnte. Die Mangrovebäume waren hier nur noch in geringer Anzahl vertreten; dafür zeigte sich als ein anderes merkwürdiges Gewächs die *Pachira aquatica*, ein Baum aus der Familie der Combretaceen mit großen, büschelförmigen Blüten, die durch ihre zahlreichen langen Staubfäden auffielen, und mit gurkenähnlichen, braunen Früchten, die denen des Kakaobaumes ähneln. Immer häufiger wurden in den Baumkronen auch die Epiphyten, welche wir in unmittelbarer Nähe des Meeres gänzlich vermißt hatten; zuerst zeigten sich Bromeliaceen (*Tillandsia*- und *Aechmaea*-Arten), dann Orchideen und vereinzelte Vertreter der Aroideen. Auch Lianen fanden sich allmählich ein, die, wie es schien, besonders den Familien der Bignoniaceen und Apocyneen angehörten.

Zur Mittagszeit desselben Tages erreichte die »Henriette« endlich ihren Bestimmungsort, d. h. einen Platz, wo ihrer weiteren Fahrt wegen der geringen Tiefe des Flußbettes ein Ziel gesetzt war. Die Ladung wurde jetzt auf flache Ruderkähne verladen und nach dem »Caño« (dem Verzollungsplatz) weiter geschafft, um dort, nachdem sie von neuem auf Kanoes umgeladen, nach Maturin befördert zu werden. Auch die Passagiere mußten sich nun dazu bequemen, ihre Reise per Kanoe fortzusetzen. Dank der liebenswürdigen Vermittelung des Herrn J. Schaeffer, eines uns befreundeten deutschen Kaufmanns in Port of Spain, welcher wie kein anderer daselbst mit den venezolanischen Verhältnissen vertraut und mit zahlreichen Einwohnern des Landes (sowohl Weißen wie Farbigen) durch

[1] *Ara ararauna*, ein großer Papagei.

freundschaftliche und geschäftliche Beziehungen verbunden ist, war ein außergewöhnlich komfortables Kanoe für uns in Bereitschaft gestellt worden, welches ein als zuverlässig erprobter Halbblutindianer — Bruno war sein Name — führen sollte.

Da der Halteplatz des Schiffes ein paar englische Meilen von dem Dorf am Flusse (auch schlechtweg »Caño« genannt) ablag, so dauerte es einige Zeit, bis die Ankunft der »Henriette« daselbst bekannt wurde und Bruno mit seinem Boote zu uns aufbrach. Die Zwischenzeit benutzten wir dazu, uns in der nächsten Umgebung am Ufer etwas genauer umzusehen. Eine Anzahl Eingeborner war hier gerade damit beschäftigt, eine Plantage, und zwar eine Pisangkultur anzulegen, und es verlohnte sich der Mühe, diesem sehr eigenartig betriebenen Geschäft einmal seine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Um die ursprünglich vorhandene wilde Vegetation zu vernichten und den Platz der Anpflanzung der Pisangstauden zugänglich zu machen, hatte man bereits im vorigen Jahre die größeren Bäume mit der Axt niedergelegt, so zwar, daß dieselben im Falle zugleich die niederen Bäume samt dem Unterholz großenteils mit sich zu Boden gerissen hatten. Zwischen den vertrockneten oder vermoderten Stämmen wucherten nun in Menge Heliconien, Piperaceen-Sträucher und allerhand Schlinggewächse, die sich schnell auf dem gelichteten Boden ausgebreitet hatten. Der nächste Schritt zur Urbarmachung des Platzes bestand nun darin, den mit der Axt gefällten Bäumen mit Feuer zu Leibe zu gehen, um dadurch auch die grünen Büsche und Stauden sowie die aus den Baumwurzeln hervorgesproßten Schößlinge in den Kreis der Vernichtung hineinzuziehen. Man häufte deshalb jetzt trockenes Reisig um die Stämme an, legte Feuer an dasselbe und überließ nun das Ganze für mehrere Tage der vernichtenden Gewalt des Elementes. Nach mehrmaliger Wiederholung dieses Abbrennungsverfahrens, wodurch alle neu emporgesandten Schößlinge stets wieder zerstört und dadurch allmählich auch die Wurzeln zum Absterben gebracht werden, sollte dann der Platz endlich soweit vorbereitet sein, daß mit der Anpflanzung begonnen werden konnte. Letzteres geschieht — wie wir bei anderen Gelegenheiten beobachten konnten — zunächst ohne jede Ordnung, indem man die Stecklinge gerade, wie der Platz es gestattet, zwischen den verkohlten Trümmern verteilt; erst nachdem alle jene Überreste der wilden Vegetation vollständig zerbröckelt und zu Humus geworden sind, kann die Pflanzung rationell und ordnungsmäßig bewirtschaftet werden. —

Ein unterhaltendes Schauspiel gewährten uns während der letzten Stunden unseres unfreiwilligen Aufenthaltes auf dem Schiffe auch die mannigfaltigen Vögel, welche die Umgebung der Ufer belebten. Da waren vor allem die merkwürdigen »Arendajos«[1], die Spottvögel Südamerikas (von der Größe und Gestalt eines Staares, aber mit einem prächtig zitronengelb gefärbten Schwanz), deren lange beutelförmige Nestbauten in großer Anzahl von den Bäumen herabhingen und die in der ergötzlichsten Weise sich fortwährend bemühten, den Gesang anderer Vögel,

---

[1] *Cacicus persicus,* Fam. der Icteriden.

das Schwatzen der Papageien und andere Tierstimmen nachzuahmen. Durch ihre Schönheit fielen uns ferner einige Kolibriarten auf, welche die Blüten der Lianen umflatterten, darunter eine Spezies mit einem langen Gabelschwanz, der sie fast wie einen Schmetterling erscheinen ließ. Auch zahlreiche Exemplare der sog. Bluebirds oder Blauvögel[1] konnten wir hier bewundern, welche mit einem gleichmäßig himmelblauen Gefieder prangen, sowie die metallisch-grün gefärbten *Galbula*-Arten[2], die von den französischen Kreolen Bergkolibris (Colibri de montagne) genannt werden, obwohl sie mit den eigentlichen Kolibris nichts als die außergewöhnliche Farbenpracht gemeinsam haben.

Einen weniger erfreulichen Anblick als alle diese bunten gefiederten Geschöpfe boten die Reptilien dar, die hin und wieder auf dem Ufersande sich sehen lassen. Eben hatten wir noch ein Exemplar jener giftigsten aller venezolanischen Schlangen, der Mapipire[3], welches aus dem Gebüsch hervorgekrochen war, durch einen Flintenschuß verjagt — hoffentlich zu Tode verwundet — als auch schon ein Leguan[4] sich sehen ließ, der seine ungeschlachten Glieder in der Sonne recken wollte. Um die günstige Gelegenheit, unseren bescheidenen Küchenzettel einmal mit Leguan-Sancocho[5] zu bereichern, nicht ungenützt vorübergehen zu lassen, sandte ich dem Ungetüm eine Schrotladung in den Leib, die es auch niederstreckte. Als aber der Neger, den wir ans Ufer sandten, um das anscheinend getötete Tier zu apportieren, sich demselben nähern wollte, raffte es sich mit der letzten Kraft, die es noch hatte, auf und flüchtete ins Gebüsch. Dorthin suchte ihm zwar der Neger mit Hilfe seines Buschmessers zu folgen; er war aber kaum ein paar Schritte weit vorgedrungen, als er auch schon heulend kehrt machte: er hatte mit der »Machete« in ein Wespennest geschlagen, und die Folgen dieses Mißgeschickes verleideten ihm begreiflicherweise die weitere Verfolgung der Jagdbeute.

Endlich um 2 Uhr mittags fand sich Bruno nebst zwei von ihm gemieteten indianischen Ruderern ein, um uns zunächst nach dem mit dem Caño gleichnamigen Verzollungsplatz abzuholen. Das Kanoe, welches er mitbrachte, war wie alle in jener Gegend gebräuchlichen Boote aus einem einzigen Baumstamm gezimmert[6], von sehr langgestreckter Form und mit zwei an den Flanken befestigten Laufbrettern für die Ruderer versehen, die das Boot mit langen Stangen vorwärts zu schieben hatten. Am hinteren Ende hatte Bruno einen aus großen *Heliconia*-Blättern geflochtenen Baldachin angebracht, der unsere Kajüte darstellen und uns bei Tage vor der Sonne, bei Nacht vor dem Tau schützen sollte. Der

---

[1] *Thraupis diaconus,* Fam. der Tanagriden.
[2] *Galbula viridis,* Fam. der Galbuliden, Ordnung der Klettervögel.
[3] *Trigonocephalus mutus.*
[4] *Iguana tuberculata.*
[5] Sancocho nennen die Venezolaner verschiedene Arten von Brühsuppen, die mit Yams oder Manihoc zubereitet werden.
[6] Man benutzt zur Anfertigung dieser Kanoes mit Vorliebe den Stamm des Wollbaumes (*Eriodendron anfractuosum*), der in dieser Gegend häufig ist und wegen seiner riesigen Dimensionen sich besonders für jenen Zweck eignet.

vordere Teil des Fahrzeugs war zur Unterbringung des Gepäcks und des Proviants bestimmt und mit einem groben Segeltuch zum Schutz gegen Wasser und Sonne notdürftig gedeckt. Bruno selbst nahm, um das Steuerruder zu führen, auf einem kleinen Faß am Ende des Fahrzeuges Platz. So begannen wir denn unsere Bootfahrt nach Maturin zwar in der Erwartung einiger Mühseligkeiten und Entbehrungen, aber auch mit der sicheren Aussicht auf manche interessante Erfahrung und manches abenteuerlich-romantische Erlebnis.

Nach zweistündiger Fahrt erreichten wir den Verzollungsplatz, eine ganz primitive Niederlassung, die außer von zwei venezolanischen Zollbeamten nur noch von einer Horde ungebildeten farbigen Volks, das sich mit der Spedition von Waren zwischen dem Caño und Maturin befaßte, bewohnt wurde. Die unerquicklichen sozialen Verhältnisse des Ortes, die rohe und aufdringliche Gesinnung der Einwohner, der gänzliche Mangel auch des notdürftigsten Komforts in dem sogenannten Gasthause, endlich die drückende, fieberschwangere Atmosphäre, die über der halb im Sumpfe gelegenen Ortschaft lagerte, ließen uns ein längeres Verweilen daselbst so wenig wünschenswert erscheinen, daß wir schon nach einer Stunde uns wieder einschifften und die Fahrt fortsetzten.

Die Landschaft, welche wir nun durchfuhren, war, was den Charakter der Vegetation und der Tierwelt betraf, von der zuletzt durchfahrenen Strecke wenig verschieden. Unter den Bäumen, die am Ufer wuchsen, waren einige Exemplare des Wollbaumes durch ihre riesigen Dimensionen bemerkenswert. Hin und wieder begegneten wir auch verwilderten Orangenbäumen, die mit zahlreichen — leider bitteren — Früchten bedeckt waren und die ihren Ursprung offenbar Samen verdankten, welche Reisende einmal am Ufer zurückgelassen hatten[1]. Im ganzen war von der Baumvegetation der Gegend zu sagen, daß sie nicht, wie wir vermutet hatten, einen hohen, dichten Urwald bildete, sondern vorwiegend aus niederem Gehölz bestand, in welchem nur hier und da höhere Bäume hervorragten. Weiter aufwärts passierten wir auch kurze Strecken, welche lediglich mit staudenartiger Vegetation bewachsen waren; besonders häufig war eine Art geselligen Schilfrohres[2], das in der Tracht dem Zuckerrohr sehr ähnelte, und eine ebenfalls gesellig wachsende Aroidee[3] mit schneeweißen Blütenscheiden, die sich auffällig von dem dunklen Grün des Laubes abhoben.

Schön gefärbte, große Blüten waren übrigens, abgesehen von den epiphytischen Bromeliaceen, deren scharlachrote Hochblätter weithin auf den Baumästen sichtbar waren, nichts weniger als häufige Erscheinungen in der Landschaft. Ersetzt wurden die bunten Blüten aber gleichsam durch die prächtig gefärbten Vögel, welche stellenweise durch ihre große Menge geradezu eine dekorative Rolle in der Landschaft spielten. Zwar gab es keine roten Ibisse mehr in dieser Gegend — dieselben halten

[1] Verwilderte Orangenbäume (*Citrus Aurantium*) sind auch in anderen Gegenden Süd-Amerikas, besonders in der Nähe von Flußufern, häufige Erscheinungen. Die Früchte solcher Exemplare sind gewöhnlich (aber nicht immer) bitter.

[2] *Arundo saccharoides.*

[3] *Spathiphyllum cannifolium.*

sich gleich den Pelikanen nur auf den brakigen Gewässern des unteren Mündungsgebietes auf — aber zahllose, buntfarbige Eisvögel[1], bläuliche Königsfischer[2], gelbbrüstige »Qu'est-ce-qu'il-dit-Vögel«[3] und grüne Galbuliden hockten hier allenthalben auf den ins Wasser herabhängenden Zweigen, und weiße, graue oder buntgefleckte Reiher[4] stolzierten in dem seichten Flußbett einher, um bei dem Herannahen unseres Bootes eiligst zu entfliehen. Auf den Sandbänken am Ufer aber badeten und sonnten sich zahllose kleinere Vögel von entzückender Mannigfaltigkeit und Farbenpracht: da waren die orangerot gefleckten Trupiale[5] nebst ihren nahen Verwandten, den zitronengelb gestreiften Arendajos[6], ferner die im herrlichsten Azur schimmernden Blauvögel[7] nebst den rotbrüstigen Tangaras[8], auch die in allen Farben des Regenbogens leuchtenden Septemcolores-Vögel[9], die weißköpfigen unaufhörlich zirpenden Doktorvögel[10] und mehrere Kolibri-Arten, die mit einem vorwiegend grünen Gefieder prangen. In den Gebüschen am Ufer bemerkte man zahlreiche Klettervögel aus sämtlichen Familien dieser Ordnung; neben den schon genannten Galbuliden die merkwürdigen Tukans oder Pfefferfresser[11] mit ihren riesigen, jeder Körperproportion spottenden Schnäbeln, ferner die Bartvögel[12], Tiere von der Größe einer Taube, aber in der Farbenpracht ihres metallisch schimmernden Gefieders mit den Kolibris und Galbuliden wetteifernd, schwarze Madenhacker[13], langschwänzige, braune Kuckucke[14], Spechte von mannigfacher Art, endlich die Papageienfamilie vertretend grüne Perikos[15] und Perikitos[16], die durch unaufhörliches Schwatzen und Kreischen ihre Anwesenheit verrieten. Auch größere Vögel aus den Ordnungen der Hühnerartigen und der Raubvögel wies die Gegend in Menge auf. Große Trupps der langhalsigen, gehäubten Schopfhühner[17] saßen gurrend und gluckend in den Baumkronen; mehrere Taubenarten gesellten sich dazu, und in den Wipfeln der höchsten Bäume lauerten Falken[18] und Geier[19] in überraschender Menge und Artenzahl.

Von der Existenz größerer Säugetiere in der Gegend war bei Tage

---

[1] Halcyoniden.
[2] Größere Arten derselben Familie.
[3] *Megarhynchus pitangua*, Verwandtschaft der Würger. Der obige französische Name ist nach der Stimme des Vogels gebildet worden.
[4] *Ardea herodias, grisea, egretta* und *Eurypyga solaris.*
[5] *Icterus* sp., Fam. der Icteriden.
[6] *Cacicus persicus*, Fam. der Icteriden.
[7] *Thraupis diaconus*, Fam. der Tanagriden.
[8] *Tanagra jacapa*, Fam. der Tanagriden.
[9] Eine Tanagride.
[10] *Pipra Manacus*, Fam. der Cotingiden (Schmuckvögel).
[11] *Ramphastus toco* und eine *Pteroglossus*-Art.
[12] *Trogon aurantius.*
[13] *Crotophaga sulcirostris*, Fam. der Kuckucke.
[14] *Coccygus melanogaster.*
[15] *Conurus*-Arten.
[16] *Psittacula passerina.*
[17] *Opisthocomus cristatus.*
[18] *Astur*-Arten.
[19] *Cathartes aura* und *atratus.*

wenig zu bemerken. Brüllaffen, Jaguare und Fledermäuse waren nur bei Nacht hörbar, beziehungsweise sichtbar. Die Indianer versicherten übrigens, daß außer den Brüllaffen noch mehrere kleinere Affenarten — wir sahen später gefangene Exemplare derselben in Maturin — ziemlich häufig seien und daß man zuweilen ganze auf der Wanderung begriffene Herden dieser Tiere zu Gesicht bekäme. In der Nähe der Caño-Niederlassung hatte man uns ferner auf Fußspuren aufmerksam gemacht, die angeblich von Tapiren herrührten, und als wir gegen Abend mit dem Boot unter einem überhängenden Baumast hinwegfuhren, zeigte uns Bruno ein Opossum, welches mit seinem Wickelschwanz sich an dem Aste aufgehängt hatte.

Große Schlangen gab es am Ufer in Menge, darunter mehrere sehr giftige Arten, und eine große, aber unschuldige Boa, die sich auch schwimmend im Flusse umhertummelte. Bemerkenswert war das gänzliche Fehlen der Alligatoren, die in dem wenige Meilen entfernten Orinoco sehr gemein sind, während anderseits dort die Boa, wie man uns sagte, nur selten vorkommt.

Durch die Beschäftigung mit der Jagd und das Studium der uns umgebenden Flora verfloß uns der Rest des Tages trotz mancher Unbequemlichkeit doch in angenehmer und belehrender Weise. Eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang legten wir mit dem Boot an einer sandigen Stelle des Ufers an, wo man sich von dem Nichtvorhandensein von Schlangen überzeugen konnte, und bereiteten uns unsere Abendmahlzeit aus mitgebrachtem Zwieback und Wein und aus einigen erlegten Tauben, die wir an einem flackernden Feuer brieten. Alsdann setzten wir, da der Eintritt der Ebbe, welche während der trockenen Jahreszeit in dem seichten Guarapiche selbst das Fahren mit Kanoes zur Unmöglichkeit macht, erst spät in der Nacht zu erwarten war, die Fahrt noch eine Strecke weit fort. Die Luft war jetzt, nachdem der Abendpassat sich eingestellt hatte, von herrlicher Milde und Kühle, der Fluß und seine Ufer erglänzten im klarsten Mondlicht und die Indianer stimmten ein spanisches Duett an, dessen getragene, elegische Weise sehr schön zu dem merkwürdigen Landschaftsbilde paßte. Als wir gegen 8 Uhr wiederum einen Platz erreichten, wo das Kanoe sich mit Hilfe eines großen Steines leicht verankern ließ, stellten wir endlich die Fahrt ein und begaben uns zur Ruhe; unsere Leute spannten ihre Hängematten zwischen ein paar Pfählen aus, die sie in dem Ufersande einrammten, wir selbst aber legten uns in unsere Decken gehüllt auf den Boden des Fahrzeugs unter den Baldachin von Heliconienblättern, den der treffliche Bruno uns errichtet hatte.

Schon um 4 Uhr morgens beziehungsweise nachts — da von Morgen und Abend in den Tropen kaum die Rede sein kann — wurde wieder aufgebrochen und die Fahrt mit nur geringen Unterbrechungen, welche die Einnahme der Mahlzeiten am Ufer erforderte, den ganzen Tag und einen Teil der folgenden Nacht hindurch fortgesetzt. Die dabei zurückgelegte Strecke bot, was die Physiognomie der Landschaft und den Charakter der Flora und Fauna anbetraf, der Beobachtung wenig Neues dar. Wir begegneten im Laufe des Tages mehreren kleinen An-

siedelungen, in denen ein paar Indianerfamilien[1] lebten. Die aufs primitivste ausgestatteten und eigentlich nur aus einem Palmblätterdach, das auf Pfählen ruhte, bestehenden Hütten waren von Pisangstauden und einigen Fruchtbäumen umgeben, die den ganzen Reichtum der Leute ausmachten. Eine solche Hütte, die wir zwei Stunden nach Sonnenuntergang erreichten, wählten wir diesmal auch zum Nachtquartier. Sie lag in geringer Entfernung vom Flusse auf einer Anhöhe, zu welcher ein schmaler Pfad durch dichtes Gebüsch hinaufführte. Wir passierten diesen Pfad bei der herrschenden tiefen Finsternis nicht ohne Bangen, indem Bruno mit einem brennenden Span voranging, um etwa vorhandene Schlangen rechtzeitig zu entdecken. Oben angelangt erblickten wir zunächst eine jener offenen Hütten, vor der ein Feuer glimmte und in welcher ein Indianer mit seiner Familie in Hängematten schlief. Rechts davon lag in der Dunkelheit eine zweite, nicht bewohnte Hütte, unter der wir uns auf Bruno's Rat ohne weiteres häuslich niederließen. Ich hatte bereits mehrere Stunden lang in meiner Hängematte wachend zugebracht — die Situation, in der wir uns befanden, war allzu fremdartig und exotisch, um meine Phantasie zur Ruhe kommen zu lassen — als eine Szene sich vor meinen Augen abspielte, die mir für den Rest der Nacht vollends den Schlaf verscheuchte. Beim Scheine des noch immer unter dem großen Brotbaum glimmenden Feuers nahm ich nämlich wahr, wie der Indianer, welcher in der Nachbarhütte schlief, sich aus der Hängematte erhob, darauf einen glühenden Span ergriff, langsam auf unsere Lagerstätte zuschritt und nun meinen Reisegefährten und unseren kreolischen Führer, welche neben mir in ihren Chinchorros in tiefem Schlafe lagen, der Reihe nach beleuchtete und mit den Händen betastete. Ich sah ihn sodann auf meine eigene Hängematte losgehen, offenbar in der Absicht, das gleiche Manöver bei mir zu wiederholen, plötzlich aber, als sein Blick in meine weit geöffneten Augen fiel, von seinem Vorhaben ablassen und ruhig, als ob nichts geschehen wäre, in seine Hängematte zurückkehren. Als ich am andern Tage Bruno das Erlebnis erzählte, vertrat dieser entschieden die Ansicht, daß der Indianer nur durch Neugierde bewogen sich die fremden, weißen Männer betrachtet habe, da es ganz unerhört wäre, daß Eingeborne dieser Gegend fremden Reisenden, die unter ihrem Dache weilten, etwas zuleide thäten.

Wie am Tage vorher, so brachen wir auch diesmal schon zwei Stunden vor Sonnenaufgang wieder auf, um das Endziel unserer Bootfahrt, die Stadt Maturin, noch vor Einbruch der nächsten Nacht zu erreichen. Als wir um 7 Uhr morgens in einer Gegend anlangten, wo der Fluß bedeutende Krümmungen machte, entschloßen wir uns, da die Landschaft am Ufer uns nichts Neues mehr zu bieten versprach, für einige Stunden das Boot zu verlassen und ein paar Meilen zu Lande zurückzulegen.

[1] Wenn hier von Indianern die Rede ist, so ist dazu zu bemerken, daß dies keineswegs unvermischte Ureinwohner sind. Die am Guarapiche wohnenden „Indios" zeigen zwar noch deutlich den indianischen Typus — sie stammen angeblich von Guaraunen ab — haben aber unzweifelhaft schon eine Beimischung von Neger- und Kaukasierblut in sich.

Der Weg, den wir unter BRUNO's Leitung einschlugen, führte uns an mehreren kleinen Ansiedelungen sowie an einer größeren Zuckerrohr-Hacienda vorbei und brachte uns nach einer Wanderung von vier Stunden an den Fluß zurück, wo uns das inzwischen ebenfalls eingetroffene Kanoe wieder aufnahm. Es mochte um die fünfte Nachmittagsstunde sein, als wir auf einer Anhöhe am rechten Ufer des Flusses die ersten Häuser von Maturin gewahrten. Noch eine Viertelstunde und wir hatten den Landungsplatz erreicht, wo wir ohne Säumen uns und unser Gepäck ausschifften. Wir übergaben letzteres den anwesenden Zollbeamten zur Revision und zur vorläufigen Aufbewahrung und machten uns, von BRUNO geführt, alsbald auf den Weg nach dem Hause des Don CARLOS MOEHLE, eines im Orte ansäßigen deutschen Apothekers, an den wir von Herrn SCHAEFFER in Port of Spain Empfehlungsbriefe hatten

Es war ein sonderbarer, keineswegs herzerfreuender Anblick, der sich uns darbot, als wir auf der Höhe der Uferböschung angelangt die Straßen von Maturin vor uns liegen sahen. Auf dürrem, sandigem Terrain zogen sich in traurigster Gleichförmigkeit und Einfachheit der Bauart die einstöckigen, mit Schindeln oder Palmblättern gedeckten Lehmhäuser der einsamen Savannenstadt hin. An Stelle des Pflasters bedeckte tiefer Sand, in dem man bis an die Knöchel versank, die langen öden Straßen. Kaum ein Fußgänger ließ sich sehen, sondern höchstens ein mit Waren bepacktes Maultier, neben dem ein Treiber zu Esel oder zu Rosse einherzog. Nirgends fiel der Blick auf grüne Gärten mit Fruchtbäumen oder Zierpflanzen, wie wir sie in West-Indien allenthalben gesehen hatten; nur einen riesigen Wollbaum bemerkten wir, der mitten auf der Straße stand, und ein paar Kokospalmen, die ihre Kronen einsam aus den Höfen hervorstreckten.

Nach viertelstündiger Wanderung langten wir in der Botica[1] des Don CARLOS MOEHLE an, woselbst wir nicht wenig überrascht und erfreut waren, außer dem Eigentümer Herrn MOEHLE, der uns auf das herzlichste und gastfreundlichste willkommen hieß, noch zwei andere junge Deutsche vorzufinden, Herrn WOLLWEBER, den Gehilfen und Geschäftsteilhaber des Herrn MOEHLE, und einen hier als Gast weilenden gewissen Herrn G.[2] aus Trinidad, mit dem mein Reisegefährte ein merkwürdiges, unverhofftes Wiedersehen feierte (die Beiden hatten sich bereits ein Jahr vorher auf einem von New York nach West-Indien segelnden Dampfer kennen gelernt). Es versteht sich von selbst, daß unsere Ankunft deutscher Sitte gemäß durch ein kleines Biergelage gefeiert wurde — Herr MOEHLE lieferte den nötigen Stoff aus seiner Botica — und daß wir bis spät in die Nacht hinein plaudernd und unsere Empfindungen über das fremde Land austauschend beisammen blieben.

Die nun folgenden Tage, welche uns in dem gastfreien Hause des Herrn MOEHLE zuzubringen vergönnt war, bilden unstreitig die gemütlichste und unvergeßlichste Episode unserer gesamten Reise. Es sei mir

[1] span. = Apotheke.

[2] Dieser unglückliche, durch eigenes Verschulden etwas heruntergekommene, aber im Grunde brave junge Mann ist mittlerweile in den Goldminen Venezuelas traurig umgekommen.

in Kürze zu erzählen gestattet, was wir in jener Zeit neues sahen und erlebten und wie wir in dem kleinen entlegenen Städtchen täglich unsere Zeit hinbrachten. Schon am frühen Morgen saßen wir unter der schattigen Veranda an der Hofseite des Hauses und nahmen den eingeborenen Kaffee zu uns, welchen Victoria, die indianische Köchin, vortrefflich zu bereiten verstand. Dann machten wir gewöhnlich einen kurzen Ausflug zu Pferde oder zu Esel in die nächste Umgebung der Stadt, wobei wir entweder in die weite Steppe hinausritten, welche sich in der Richtung nach Westen unermeßlich ausdehnte, oder die tiefe bewaldete Schlucht auf der Nordseite von Maturin aufsuchten, in welcher der große städtische Wasserbehälter gelegen war. Vor Tische pflegten wir sodann bei den gebildeteren Familien der Stadt, welche mit Herrn Moehle befreundet waren, diesem zuliebe einige Besuche zu machen. Unter anderem suchten wir den Codallo (Präfekten) der Stadt auf, in dessen Hause sich gerade eine Sammlung uns sehr interessierender Landesprodukte befand, welche für eine in Aussicht genommene Ausstellung in Carácas bestimmt war; ferner den liebenswürdigen jungen Schulmeister Don Nicolas Sanabria, der des Französischen mächtig war und uns manche interessante Aufschlüsse über das Land zu geben wußte; auch Don Antonio Nuñez, den vornehmen Kaufherrn, der mehrere Male in Europa gewesen war und dem wir gleichfalls zu vielfachem Danke verpflichtet sind, endlich Mr. Tucker, den trockenen, aber vielgewandten Engländer, dessen Kenntnisse der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt uns sehr nützlich zu statten kamen.

Die Nachmittage verlebten wir der großen Hitze wegen gewöhnlich unthätig im Hause, wo es an Unterhaltung keineswegs mangelte. Denn fortwährend fanden sich — sei es aus bloßem Geselligkeitstriebe oder um die beiden naturalistas alemanos zu begaffen — allerhand Freunde und »Compadres« ein, die sich in echt venezolanischer Gemütlichkeit ohne weiteres häuslich niederließen und vollkommen gerierten, als ob sie zur Familie gehörten.

Nicht wenig trug zu unserer und der übrigen Gäste Unterhaltung auch die bunte Menagerie bei, die Don Carlos in seinem Hause versammelt hatte. Neben den Pferden, Eseln und Maultieren nämlich, die der Stall beherbergte, waren auch Rehe und verschiedenartige Affen in Gehegen und Käfigen eingesperrt. Eine große Landschildkröte, welche Felipe, der 14jährige Sprößling der Köchin, einmal auf der Steppe eingefangen hatte, kroch zahm in den Zimmern umher, und eine sonderbare Schar gezähmter, hochbeiniger Enten, welche Herr Moehle einst von der Jagd leicht verwundet nach Hause gebracht hatte, watschelte friedlich schnatternd auf dem Hofe.

Die letzten Stunden vor Sonnenuntergang, in denen die Hitze des Tages nachzulassen begann, waren regelmäßig der Jagd gewidmet. Wir ritten entweder hinaus in die weite Steppe, um den Reihern und Enten nachzustellen, welche bei der gegenwärtig herrschenden Dürre gewisse tiefgelegene Lagunen bevölkerten, oder begaben uns nach einem nahen Gehölz auf den Anstand, um einige der großen wohlschmeckenden Tauben zu erlegen, die sich abends zu bestimmter Stunde auf ihren Futterbäumen

einfanden. Zu wiederholten Malen hatten wir auf diesen Jagdausflügen auch Gelegenheit, Savannenbrände zu beobachten, welche von den Viehzüchtern der Steppe, den Llaneros, zur Verbesserung der Weide absichtlich in Szene gesetzt waren. Bei nicht zu starkem Winde und an Stellen, wo das Gras nicht allzuhoch stand, konnte man sich dem Feuer ohne Gefahr bis auf wenige Schritte nähern oder selbst mit dem Esel quer durch den brennenden Streifen hindurchreiten. So umfangreiche und gefährliche Brände, wie sie nach zahlreichen Reiseberichten auf den nordamerikanischen Prärien vorkommen, scheinen den Llanos von Venezuela fremd zu sein.

Der Rückkehr von dem Jagdausfluge folgt die Abendmahlzeit auf dem Fuße. Nachdem wir darauf zur Erholung von der Tageshitze noch einen kurzen Spaziergang durch die Straßen von Maturin vollendet haben, umfängt uns die große komfortable Hängematte, in der wir nach den Strapazen des Jagdausfluges einen erquickenden Schlaf thun.

(Schluß folgt.)

Wissenschaftliche Rundschau.

Botanik.

Die Mycorrhiza, eine Symbiose zwischen Pilzen und Waldbäumen.

In einer Abhandlung »Über die Ernährung gewisser Bäume durch Pilze« (Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch.) hat B. Frank die Resultate ausgedehnter Beobachtungen und Untersuchungen niedergelegt, welche in dem überraschenden Satze gipfeln, daß »gewisse Baumarten, vor allen die Kupuliferen, ganz regelmäßig sich im Boden nicht selbständig ernähren, sondern überall in ihrem gesamten Wurzelsystem mit einem Pilzmycelium in Symbiose stehen, welches ihnen Ammendienste leistet und die ganze Ernährung des Baumes aus dem Boden übernimmt«. Frank fand zunächst, daß die nahrungsaufnehmenden Organe des Wurzelsystems, die Saugwurzeln unserer Eichen, Buchen, Hainbuchen, Haseln und der eßbaren Kastanie, ganz allgemein aus einem Kern, der eigentlichen Baumwurzel, und einer aus Pilzhyphen gebildeten und organisch mit jener verwachsenen Rinde zusammengesetzt sind. Die letztere überzieht die ganze Wurzel lückenlos und wächst mit dieser an der Spitze weiter, so daß beide, dem Flechtenthallus entsprechend, ein einheitliches morphologisches Organ, eine »Pilzwurzel« oder „*Mycorrhiza*“, wie sie Frank nennt, darstellen. Im feineren Bau gleicht die *Mycorrhiza* den Pilzsklerotien. Der aus dicht verschlungenen Pilzhyphen gebildete Mantel stellt ein meist mehrschichtiges, aus 0,0024—0,01 mm weiten Zellen mit farblosen bis dunkelbraunen

Membranen bestehendes Pseudoparenchym dar. Von ihm aus dringen die nur 0,0012—0,0024 dicken Pilzfäden nur in die Epidermis ein, nie bis zum Periblem, dringen aber auch bei jener nicht in die Zelllumina ein, sondern wachsen nur in den Membranen, die Zellseiten allseitig völlig umwachsend. Wurzelhaare fehlen an den bepilzten Wurzeln, dafür ist die *Mycorrhiza* nicht immer glatt, sondern es gehen häufig von ihr Hyphen oder mehr oder weniger rhizomorphaartige Stränge aus, die den Boden durchwachsen. Die Vergrößerung des Pilzmantels findet dadurch statt, daß an der Spitze der *Mycorrhiza* sich immer neue Fäden zwischen die vorhandenen einschieben und daß dann die Zellen des so gebildeten Pseudoparenchyms sich bis auf ihre definitive Größe erweitern. — Die Pilzhülle tritt zuerst an den Seitenwurzeln der jungen Pflanze auf, an der Radicula und ersten Pfahlwurzel fehlt sie; sie findet sich immer nur an den zur Nahrungsaufnahme tüchtigen Saugwurzeln und geht mit diesen, wenn sie ein gewisses Alter erreicht haben, zu Grunde, um neuen Mykorrhizen Platz zu machen. Ebenso verschwindet sie an den verholzenden, zur Festigung der Pflanze dienenden Dauerwurzeln.

Der Pilz findet sich in allen Lebensaltern und an allen Saugwurzeln des Baumes. Alle Kupuliferen aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands von Saarbrücken bis zur Insel Rügen und Gumbinnen etc., von den Flußniederungen bis hinauf zur Buchengrenze, aus jedem Boden, vom Hochwald wie vom Mittel- und Niederwald und aus Gärten und Parks hatten ausnahmslos Mykorrhizen. Frank untersuchte die meisten einheimischen Baumarten und krautartige Pflanzen (aus Kupuliferenwäldern), kam jedoch zu dem Resultat, daß die Wurzelpilze eine besondere Eigentümlichkeit der Kupuliferen seien. An Birken, Erlen, Ahorn etc. fanden sie sich nie, nur an Salicineen und Koniferen gelegentlich. Diese Symbiose ist nach Frank der Pflanzenfamilie der Kupuliferen so treu, daß man versucht sein möchte, sie als systematisches Kriterium gelten zu lassen; »jedenfalls verdient es bemerkt zu werden, daß die Zugehörigkeit der Betulaceen zu den Kupuliferen, die von neueren Systematikern angenommen worden ist, wenn man nur nach dem Vorkommen der Wurzelpilze urteilen wollte, nicht bestätigt zu werden scheint. Anderseits scheint durch das Vorkommen dieser Pilze eine verwandtschaftliche Beziehung der Salicineen und Koniferen zu den Kupuliferen angedeutet zu werden«.

Versuche Frank's zeigen, daß die Wurzelpilze im Boden verbreitet sein müssen und von da aus die Wurzeln überziehen, daß sie aber auf den assimilierenden Baum als Schmarotzer angewiesen sind, ähnlich wie die Flechtenpilze auf die Algen, ohne die sie nicht leben können (wenigstens konnten die Wurzelpilze in den für Pilzkulturen gebräuchlichen Nährlösungen nicht zur Weiterentwickelung gebracht werden). Umgekehrt können jedoch, ebenso wie die Gonidien bildenden Algen ohne den Flechtenpilz, die Bäume wahrscheinlich auch ohne den Pilz gedeihen, wie die Wasserkulturen, in denen freilich nur wenig kräftige Exemplare gezogen werden, beweisen. Unter natürlichen Verhältnissen dürfte jedoch die *Mycorrhiza* das alleinige Wasser und Bodennahrung aufnehmende Organ der Kupuliferen sein. Anderseits entnimmt der Pilz

dem Baume den Bedarf an kohlenstoffhaltigen Produkten der Assimilation, ohne jedoch demselben irgend welche Nachteile zu bereiten (wie dies die pathogenen Pilze thun).

In einzelnen Fällen wurde der Zusammenhang der *Mycorrhiza*-Pilze mit Tuberaceen konstatiert. Ob aber alle Mykorrhizen die Mycelien der Trüffeln und der trüffelähnlichen Hymenogastreen als Ernährungsvermittler enthalten, ist bei der allgemeinen Verbreitung der Mykorrhizen zweifelhaft. Jedenfalls sind zur Entscheidung dieser Frage noch weitere Nachforschungen über das Vorkommen der Hypogaeen und deren Mycelien nötig.

Frank scheint es entgangen zu sein, daß Delpino[1] (1874) und Kamienski[2] (1881) bereits früher für die saprophyte *Monotropa hypopitys* (und *Neottia Nidus avis*) ein ähnliches ausnahmsloses Vorkommen eines Wurzelpilzes nachgewiesen und letzteren als Ernährungsvermittler angesprochen haben. Kamienski erwähnt auch bereits einen Wurzelpilz der Tanne, der möglicherweise sowohl mit dem von Frank's *Mycorrhiza* als mit dem Wurzelpilz des Fichtenspargels identisch ist.

Die Entdeckung dieser neuen Symbiose dürfte einmal der Trüffelfrage eine neue Wendung geben, anderseits aber durch den Nachweis allgemein verbreiteter Bodenpilze, welche die Ernährung der wichtigsten Laubhölzer vermitteln, für die Forstwissenschaft eine ähnliche Bedeutung gewinnen, wie sie für die Landwirtschaft der Nachweis jener allgemein verbreiteten Bodenpilze (besonders Bakterien) hat, welche die Oxydation des Stickstoffes und Kohlenstoffes sowie die Reduktion der Nitrate bewirken[3].

Greiz. F. Ludwig.

Biologie.

Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen.

Bereits im Jahre 1883 hatte ich unter dem Titel »Die Faktoren, welche die Sexualität entscheiden« eine vorläufige Mitteilung in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaften gemacht, in der kurz die Hauptsätze einer neuen Theorie über die Entstehung des Geschlechtes mitgeteilt waren.

Den Beweis für die Richtigkeit der dort aufgeführten theoretischen Sätze und Konsequenzen habe ich in dem Buche: »Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen, mit einem Vorwort von Prof. W. Preyer« geliefert (Jena, Gustav Fischer, 1884; XX, 364 S. 8⁰). Während sich in der vorläufigen Mitteilung nur theoretische Erörterungen fanden, ist in dem Buche der Be-

[1] Delpino, F., Rivista botanica dell' anno 1881, p. 103.
[2] Bot. Ztg. 1881, p. 457.
[3] Fodor, Hygien. Unters. über Luft, Boden und Wasser. Deutsche Übers. Vieweg & S. Braunschweig 1882, II. Abt. p. 18. — Wollny, Ew., Über die Thätigkeit niederer Organismen im Boden. Braunschweig 1884.

weis durch eine, ich darf wohl sagen, sehr große Zahl von Thatsachen geführt, welche nicht nur die einzelnen Sätze der Theorie, sondern auch deren mannigfaltige Konsequenzen beleuchten. Auch manche theoretische Überlegungen haben dort Platz gefunden, die namentlich den Zusammenhang der einzelnen Teile der Theorie und deren Konsequenzen betreffen.

Die vorläufige Mitteilung der Theorie wurde unter andern auch im »Kosmos« von Herrn Prof. Vetter kritisiert. Es muß daher für die Leser des Kosmos von doppeltem Interesse sein, diese Theorie etwas näher kennen zu lernen, die für alle biologischen Wissenschaften von so großer theoretischer Wichtigkeit ist und für die Landwirtschaft die größte praktische Bedeutung gewinnen muß.

Die Theorie geht von der Thatsache aus, daß das Geschlechts- oder Sexualverhältnis beim Menschen und bei allen bisher beobachteten Tieren und Pflanzen ein konstantes ist. Unter dem Geschlechtsverhältnis versteht man das Verhältnis der Zahl der männlichen zu der Zahl der weiblichen Individuen. Dieses Zahlenverhältnis ist in einzelnen Familien ein außerordentlich verschiedenes, oft werden fast nur Mädchen, oft fast nur Knaben geboren. Sobald aber sämtliche Geburten in einer Provinz oder einem Staate zusammengefaßt werden, zeigt sich, daß das Verhältnis der Knaben- zu den Mädchengeburten stets wie 106 zu 100 ist. Es werden beim Menschen also durchschnittlich etwas mehr Knaben als Mädchen geboren. Anders verhält es sich bei den Pferden, hier finden sich stets auf 100 Stutenfohlen etwa 98 Hengstfohlen, also etwas mehr Weibchen als Männchen. Auch bei andern Tieren wie bei Schafen, Fröschen und andern ist das Sexualverhältnis bereits jetzt mehr oder weniger scharf festgestellt worden. Beim Menschen und bei Pferden konnte das Verhältnis am genauesten berechnet werden; denn die Untersuchung umfaßt eine außerordentlich große Zahl von Fällen.

Die Konstanz des Sexualverhältnisses ist jedoch nicht etwa eine ausschließliche Eigenschaft der Tiere, sondern sie muß sich bei allen lebenden Wesen, also auch bei den Pflanzen finden. Bis jetzt sind hierauf erst wenige Pflanzen statistisch beobachtet worden. Beim Bingelkraut z. B. finden sich etwas mehr männliche, beim Hanf etwas mehr weibliche Pflanzen. Beim Bingelkraut ist das Verhältnis der männlichen zu den weiblichen Individuen fast dasselbe wie beim Menschen. Auch dies ist durch eine große Zahl von Fällen festgestellt worden. Das Verhältnis bleibt aber nur unter gleichen äußern Umständen dasselbe, da die äußern Umstände auf die Entstehung des Geschlechtes von Einfluß sind, wie sich später zeigen wird.

Wenn nun bei den lebenden Wesen das Geschlechtsverhältnis ein ganz bestimmtes, unter denselben Verhältnissen stets wiederkehrendes ist, so frägt es sich, auf welche Weise die Natur dieses konstante Verhältnis aufrecht erhält. Zweifellos sind die meisten Eigenschaften der Tiere nützliche Eigenschaften, die sie im Laufe der Zeit durch natürliche Zuchtwahl erlangt haben. Man darf daher mit Recht vermuten, daß die Organismen auch in bezug auf die Produktion der beiden Geschlechter nützliche Eigenschaften besitzen. Diese Eigenschaften müßten also dazu dienen, das Geschlechtsverhältnis aufrecht zu erhalten, es zu regulieren.

Wenn z. B. ein Mangel an Männchen herrscht, so werden mehr Männchen geboren, so daß der Mangel wieder ausgeglichen wird. Bei einem Mangel an Weibchen tritt dagegen eine Mehrproduktion von Weibchen ein. Auf diese Weise werden alle zufälligen Schwankungen in der Zahl der Geschlechter wieder ausgeglichen. Ich habe sogar mathematisch nachgerechnet, daß diejenigen Individuen, welche mehr von dem Geschlecht produzieren, an dem es mangelt, mehr Enkel, also mehr Nachkommen haben werden als diejenigen Tiere, welche diese nützliche Eigenschaft nicht besitzen. Es ist also außer allem Zweifel, daß es eine nützliche Eigenschaft ist, dann mehr Junge des einen Geschlechtes zu produzieren, wenn Mangel an diesem Geschlechte herrscht. Denn es wird eben, um einen Ausdruck aus der Kritik meiner vorläufigen Mitteilung von VETTER zu gebrauchen, »durch den Mangel an Vertretern des einen Geschlechtes Platz geschaffen für eine zahlreichere Nachkommenschaft eben dieses Geschlechtes«. Beim Menschen müssen also dann, wenn die Frauen einen Mangel an Männern empfinden, mehr Knaben geboren werden. Infolge sozialer Einrichtungen gibt es Frauen, welche verhältnismäßig spät zum erstenmal gebären; diese haben lange auf die erste Konzeption warten müssen, befinden sich also in einem Zustande, der einem Mangel an männlichen Individuen entspricht; denn je weniger Männchen vorhanden sind, desto später werden die Weibchen durchschnittlich befruchtet. Die älteren Erstgebärenden zeigen nun in der That einen großen Knabenüberschuß, der weit größer ist als der durchschnittliche; während im Durchschnitt das Geschlechtsverhältnis 106 zu 100 ist, steigt es bei den älteren Erstgebärenden bis 120 zu 100. Dies ist durch die von HECKER, AHLFELD, WINCKEL, SCHRAMM, BIDDER und mir mitgeteilten Tabellen festgestellt. Die Tabellen scheinen sogar zu zeigen, daß, je älter die Erstgebärenden sind, desto größer auch der Knabenüberschuß ist. Auf eine Wiedergabe einzelner Tabellen muß hier leider verzichtet werden, sie umfassen aber eine große Zahl von Fällen und das Resultat steht daher sicher fest. Eine späte Befruchtung von Frauen bewirkt also eine Mehrgeburt von Knaben, und eine späte Befruchtung von Frauen entspricht einem Mangel an männlichen Individuen.

Ein wirklicher Mangel an Männern tritt in jedem Kriege ein, wo ja eine bedeutende Anzahl derselben abwesend sind. Nach einem Kriege steigt nun in der That der Knabenüberschuß bedeutend. Näher kann hier nicht darauf eingegangen werden. Auch der Knabenüberschuß bei Erstgeburten ist etwas groß, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die Frauen vor der Hochzeit sich durchschnittlich in einem Zustande befinden, der einem Mangel an Männern entspricht, während das Umgekehrte bei den Männern weit weniger der Fall ist.

Ehe mein Buch erschien, hatte ein fleißiger Forscher, HEYER, behauptet, das Geschlechtsverhältnis sei bei allen Tieren und auch beim Menschen ein ganz bestimmtes und ganz unabänderliches. Wie falsch dies ist, haben wir bereits gesehen. Am unzweifelhaftesten läßt sich dies an den unehelichen Geburten nachweisen. Bei diesen ist der Knabenüberschuß etwas geringer als der durchschnittliche und zwar läßt sich dies an einer mehrere Millionen umfassenden Anzahl von Fällen nach-

weisen. Den Grund für diese Erscheinung näher zu erörtern, würde zu weit führen.

Die Folge eines Mangels an Individuen des einen Geschlechtes ist ohne Zweifel zunächst die, daß diese wenigen durchschnittlich geschlechtlich stärker beansprucht werden, als gewöhnlich der Fall sein würde. Wenn z. B. sehr wenig Weibchen vorhanden sind, so werden diese wenigen desto stärker von den vielen Männchen in Anspruch genommen. Wenn nun die Theorie richtig ist, so müssen bei einer stärkeren *geschlechtlichen Beanspruchung* der Weibchen mehr Weibchen, bei einer stärkeren Inanspruchnahme der Männchen mehr Männchen erzeugt werden.

Dies ist in meinem Buche statistisch bewiesen worden, und zwar durch eine sehr umfassende Untersuchung der Geburten von Pferden, welche in den preußischen Gestüten erzeugt wurden. In diesen Gestüten werden die Hengste nicht immer gleichmäßig in Anspruch genommen, in dem einen Jahre oder in dem einen Gestüte müssen sie weniger, in den andern mehr Stuten bespringen. Die Trächtigkeit der Pferde dauert fast genau ein Jahr. Alsdann ist das Geschlechtsverhältnis der Geburten nicht dasselbe, sondern schwankt. Sowohl die Geburten wie auch die verschieden starke Beanspruchung der Hengste des Gestütes im Jahre vorher findet sich angegeben in den Abfohlungstabellen der preußischen Gestüte, wie sie jährlich von den »Landwirtschaftlichen Jahrbüchern« veröffentlicht werden. Da diese die Ergebnisse aller Gestüte Preußens zusammenfassen, so handelt es sich hier stets um eine sehr große Zahl von Fällen. Stellt man nun die Geburten je nach der Stärke der Inanspruchnahme des Hengstes zusammen, so zeigt sich, daß die Geburt von Hengstfohlen zunimmt bei stärkerer Beanspruchung der Hengste. Die Tabelle, aus der dies hervorgeht, umfaßt mehr als 800 000 Geburten, also eine so große Zahl, daß man unbedingtes Vertrauen zu dem Resultat haben kann. Bei stärkerer Inanspruchnahme der Männchen, bei Mangel an Männchen, werden also mehr Männchen geboren. Noch ehe diese Tabelle aufgestellt worden, deuteten mehrere Beobachtungen darauf hin, daß bei einer stärkeren geschlechtlichen Beanspruchung des einen Geschlechtes mehr Individuen von eben diesem Geschlecht geboren werden. Der Züchter Fiquet hatte beobachtet, daß, je mehr Kühe ein Stier decken mußte, desto mehr Stierkälber geboren wurden. Auch Janke und noch mehrere andere haben dies beobachtet. Alle diese Thatsachen machen es unzweifelhaft sicher, daß bei einem Mangel an Männchen mehr Männchen, bei einem Mangel an Weibchen mehr Weibchen geboren werden.

Es frägt sich nun, welche Eigenschaften es eigentlich sind, die das Geschlecht des Embryos entscheiden. Es ist klar, daß diese Eigenschaften in den Geschlechtsprodukten zu suchen sind, daß dagegen die Eigenschaften der Individuen nur insofern in betracht kommen, als sie von Einfluß auf die Eigenschaften der Geschlechtsprodukte sind. Inwiefern werden sich nun die Geschlechtsprodukte, z. B. das Sperma des Männchens, bei starker geschlechtlicher Beanspruchung von denen bei schwacher Beanspruchung unterscheiden? Die Antwort lautet, daß bei starker Inanspruchnahme das kaum gebildete Sperma sofort wieder verbraucht wird; alsdann ist dieses aber noch sehr jung. Bei starker Be-

anspruchung befruchten die Männchen also mit verhältnismäßig jungen Spermatozoen und diese neigen, wenn die Theorie richtig ist, zum männlichen Geschlecht. — Ebenso verhält es sich beim weiblichen Geschlecht. Sind wenig Weibchen vorhanden, so werden beim Eintritt der Brunstzeit diese wenigen sehr bald von den vielen Männchen begattet. Die Eier werden mithin bei einem Mangel an Weibchen sehr bald befruchtet, sind also bei der Befruchtung noch ziemlich jung. Und diese jungen Eier müssen der Theorie zufolge zum weiblichen Geschlecht neigen. Allgemein kann man also sagen, daß, je größer der Mangel an Individuen des einen Geschlechtes ist, je stärker die vorhandenen infolgedessen geschlechtlich beansprucht werden, je rascher, je jünger ihre Geschlechtsprodukte verbraucht werden, desto mehr Individuen ihres eigenen Geschlechtes sie disponiert sind zu erzeugen.

Hiermit in Übereinstimmung stehen nun folgende Thatsachen. Bereits Thury hatte die Behauptung aufgestellt, daß die im Anfang der Brunst belegten Kühe stets Kuhkälber werfen. Bei diesen sehr bald befruchteten sind die Eier zur Zeit der Befruchtung noch ziemlich jung, und diese jungen Eier werden zum weiblichen Geschlecht neigen, wenn es auch durchaus nicht nötig ist, daß sie alle ohne Ausnahme weiblich sind. Man darf aber nur einen gewissen Überschuß erwarten, da nur auf diese Weise eine maßvolle Regulierung stattfinden kann. Die Kühe jedoch, welche erst sehr spät befruchtet werden, die also lange hatten warten müssen, sollen nach Thury nur Stierkälber werfen. Bei diesen sind die Eier zur Zeit der Befruchtung ziemlich alt und alte Eier neigen zum männlichen Geschlecht. Auch hier tritt also nur ein gewisser Überschuß des männlichen Geschlechtes auf. Um die Thury'sche Theorie an der Erfahrung zu erproben, wurden damals sehr viele Versuche angestellt. Diese zeigten, daß in dem einen Falle durchaus nicht etwa nur Weibchen und in dem andern nur Männchen erzeugt wurden, sondern daß unter den betreffenden Umständen immer nur ein gewisser Überschuß des einen Geschlechtes auftritt.

Der denkbar extremste Fall einer Verzögerung der Befruchtung des Eies tritt dann ein, wenn das Ei, das befruchtet werden kann und gewöhnlich auch befruchtet zu werden pflegt, infolge eines vollständigen Mangels an Männchen gar nicht befruchtet wird. Es findet dies bei der arrenotokischen Parthenogenesis statt. Die Wirkung dieses extremsten Falles eines Männchenmangels ist auch das Extrem des Geschlechtsverhältnisses, aus diesen Eiern gehen nämlich nur Männchen hervor.

Bei Bienen und Wespen tritt eine solche Nichtbefruchtung von Eiern ein, die befruchtungsfähig sind. Hier legt die Königin befruchtete und unbefruchtete Eier. Aus letzteren gehen nur männliche Bienen, Drohnen, hervor, aus ersteren nur Weibchen. Die Abweichung vom durchschnittlichen Sexualverhältnis ist bei diesen Tieren also ein ganz außerordentliches. Im Laufe der Untersuchung werden wir überhaupt finden, daß bei niederen Tieren die Schwankungen des Geschlechtsverhältnisses viel stärker sind als bei höheren. Beim Menschen z. B. sahen wir das Geschlechtsverhältnis der Geburten älterer Erstgebärender

nicht sehr bedeutend von dem durchschnittlichen abweichen. Auch die Verhältnisse der Geburten bei starker oder bei schwacher Beanspruchung der Hengste wichen nicht sehr bedeutend voneinander ab. Immer zeigt sich nur ein gewisser Überschuß des einen Geschlechtes. Dies findet seine Erklärung darin, daß die höheren Tiere meist später geschlechtsreif werden als die niedrigen. Wenn Pferde z. B. bei Mangel an Männchen einen sehr starken Überschuß von Männchen produzieren würden, so würde diese Produktion von Männchen so lange andauern, bis der erste Überschuß an Männchen geschlechtsreif ist. Da dies bei Pferden etwa vier Jahre dauert, so würde mindestens viermal ein solcher Überschuß produziert werden. Wenn diese Männchen aber alle herangewachsen sind, so muß ein großer Überschuß an Männchen, also das Gegenteil von dem vorherigen Zustand herrschen. Auf diese Weise würde aber nicht eine maßvolle Regulierung des Geschlechtsverhältnisses, sondern nur ein Schwanken von dem einen Extrem zum andern erreicht werden. Bei höheren Tieren wird daher immer nur ein gewisser Überschuß des einen Geschlechtes produziert. Anders verhält es sich bei niederen Tieren. Diese werden sehr bald geschlechtsreif, oft sind sind sie es schon bei der Geburt. Eine Regulierung des Geschlechtsverhältnisses tritt bei diesen also sofort ein und bei ihnen ist es daher nicht schädlich, sondern sehr nützlich, wenn unter gewissen Umständen fast nur Männchen oder fast nur Weibchen produziert werden. Doch müssen wir es hier mit dieser flüchtigen Andeutung bewenden lassen, das nähere findet sich in meinem Buche, wo an mehreren Stellen diese interessanten Verhältnisse zur Sprache kommen.

Wenn es nun richtig ist, daß das Geschlecht durch die Eigenschaften der Geschlechtsprodukte entschieden wird, so geht hieraus hervor, daß auch alle die Umstände, welche Einfluß auf die Eigenschaften der Geschlechstprodukte haben, ebenfalls von Einfluß auf das Geschlecht der Nachkommen sein müssen. Ein solcher Umstand ist vor allem die Ernährung des Fortpflanzungssystems. Je schwächer dies ernährt wird, desto weniger rasch kann es die Geschlechtsprodukte erneuern, die verbraucht worden sind. Bei einer weiteren Überlegung kommt man zu dem Resultat, daß ein gut genährter Stier z. B. mit durchschnittlich älteren Spermatozoen befruchtet als ein schlechtgenährter; letzterer müßte also der Theorie zufolge mehr Stierkälber erzeugen als dies gewöhnlich der Fall sein würde. In der That zeigen die Versuche von Fiquet, daß eine gut gefütterte Kuh von einem hungrigen Stier gedeckt ein Stierkalb liefert. Das Genitalsystem des schlecht genährten Stiers ist bei gewöhnlicher Beanspruchung ebenso überangestrengt als das eines stark beanspruchten bei gewöhnlicher Ernährung. Beide befruchten mit verhältnismäßig jungen Spermatozoen und erzeugen durchschnittlich mehr Männchen. Die Versuche von Fiquet sind allerdings nicht sehr zahlreich und gerade dieser Teil der Theorie ist es, der einer neuen experimentellen Prüfung bedarf. Wenn jedoch der bisher erläuterte Teil der Theorie richtig ist, so muß es auch dieser sein; denn er ist eine unmittelbare Folge des andern.

Weit näher erforscht ist der Einfluß eines andern Umstandes auf

das Geschlecht der Nachkommen. Es ist dies der Einfluß des Alters von Vater von Mutter. Von sehr vielen Statistikern ist behauptet worden, daß, je älter der Mann im Vergleich zur Frau sei, desto mehr Knaben erzeugt würden; HOFACKER und SADLER haben diesen Satz zuerst aufgestellt. Welchen Einfluß wird nun das Alter auf das Genitalsystem haben? Es ist zweifellos, daß dasselbe in der Jugend nur sehr schwach ernährt wird, daß die Ernährung nach und nach zunimmt, zur Zeit der höchsten Reproduktionsthätigkeit das Maximum erreicht und dann nach und nach wieder abnimmt. In einem bestimmten Alter wird also die geschlechtliche Leistungsfähigkeit ihr Maximum erreichen. Der Theorie zufolge muß zu dieser Zeit bei einem Manne die Wahrscheinlichkeit einer Knabengeburt gering, bei einer Frau die einer Mädchengeburt gering sein. Eine einfache Überlegung ergibt, daß die Wahrscheinlichkeit einer Knabengeburt dann am größten ist, wenn der Mann von diesem Maximum möglichst weit entfernt, die Frau ihm aber möglichst nahe ist. Da nun bei der größten Zahl der Eheleute dieses Maximum bereits überschritten ist, so müßten der Theorie zufolge desto mehr Knaben erzeugt werden, je älter der Mann im Vergleich zur Frau ist. Und dies ist die bereits vor vielen Jahren von HOFACKER und SADLER aufgefundene Gesetzmäßigkeit. Sie wurde vielfach bestätigt, aber auch oft angegriffen. Die umfassendste Untersuchung wurde von mir mit Hilfe der von SCHUMANN gegebenen Zahlen angestellt. Sie betrifft über 800 000 Fälle und bestätigt die Theorie. — —

Bei den bisher betrachteten Umständen handelt es sich stets um einen Gegensatz zwischen den beiden Erzeugern. Der eine ist überangestrengt, der andere nicht, der eine jung, der andere alt, der eine gut, der andere schlecht genährt. Alle diese Umstände entsprechen einem Mangel an Individuen des einen Geschlechtes und die Wirkung dieser Umstände ist die, diesen Mangel durch eine Mehrgeburt des einen Geschlechtes wieder auszugleichen. Auf diese Weise wird die Konstanz des Geschlechtsverhältnisses aufrecht erhalten. Alle diese Sätze bilden den ersten Teil der Theorie. Es frägt sich nun, ob es nützlich ist, daß das Geschlechtsverhältnis unter allen Umständen stets dasselbe bleibt. Dem ist nicht so, vielmehr ist es unter gewissen Umständen besser, wenn etwas mehr Männchen, und unter andern besser, wenn etwas mehr Weibchen vorhanden sind. Dies wird im zweiten Teil der Theorie erörtert. Ehe hierauf eingegangen werden kann, ist es jedoch nötig, die Verhältnisse der Vermehrung bei den einzelnen Tieren zu besprechen. Wenn dies nicht vorausginge, so würde das folgende unverständlich sein.

Die Vermehrung, d. h. die Zahl der produzierten Jungen ist bei den Tieren sehr verschieden. Es ist allgemein bekannt, daß manche Tiere, z. B. der Elefant, nur sehr wenig Junge, andere wie die Mäuse aber sehr viele gebären. Zunächst zeigt sich nun, daß, wie bei jedem Tiere ein ganz bestimmtes Sexualverhältnis herrscht, so auch jedes Tier eine ganz bestimmte Stärke der Vermehrung hat. Ebenso wie das Sexualverhältnis, so findet man auch die Stärke der Vermehrung erst dann, wenn man die Geburten einer größeren Anzahl von Tieren zusammenfaßt. Denn ein einzelnes Tier kann oft wenig, oft aber auch viele Junge haben.

Bei vielen Tieren aber gleichen sich diese zufälligen Schwankungen wieder aus und man erhält die durchschnittliche Stärke der Vermehrung, welche bei demselben Tiere und unter denselben Verhältnissen stets dieselbe ist.

Die Stärke der Vermehrung ist nun nicht etwa zufällig, sondern sie steht in Beziehung zu den Lebensverhältnissen des Tieres. Die Tiere, welche viele Feinde haben, also stark verfolgt werden, haben die nützliche Eigenschaft, sich stark zu vermehren. Nur dann, wenn sie viel Junge hervorbringen, können die vielen von den Feinden getöteten Tiere durch neue ersetzt werden. Dies ist nicht nur nützlich, sondern sogar nötig, denn sonst würde das Tier bald aussterben. Meistens verhält es sich so, daß die kleineren auch die schwächeren sind und die meisten Feinde haben. Die Singvögel haben z. B. viel mehr Feinde als die Raubvögel. Von ersteren sterben viel mehr als von letzteren und daher haben die Singvögel die Eigenschaft, sich viel stärker zu vermehren als die Raubvögel. Man glaubte früher, die stärkere Vermehrung sei eine ganz mechanische Wirkung der verschiedenen Größe, und hatte sich mehrfach bemüht, diesen mechanischen Zusammenhang aufzufinden. Die kleineren Vögel sollten sich also nur deshalb stärker vermehren, weil sie klein sind. Verhielte sich dies so, dann müßten sich alle kleinen Tiere stark vermehren. Und dies ist nicht richtig. Der so kleine Kolibri vermehrt sich ebenso schwach als der so große Kondor, beide legen jährlich nur ein oder zwei Eier. Man sieht also, daß die Stärke der Vermehrung durchaus nicht eine direkte Folge der Größe ist. Die Kolibris haben vielmehr infolge ihrer Kleinheit und außerordentlichen Flugfertigkeit sehr wenig Feinde, und zwar etwa ebensowenig, als die Kondore infolge ihrer Größe und Stärke haben. Auch die im Fliegen so geschickten Schwalben haben wenig Feinde. Die ungeschickten Hühnervögel jedoch, von denen so viele Raubvögel und andere Raubtiere leben, haben eine starke Vermehrung. Sie produzieren viel Junge und nur auf diese Weise können die vielen den Raubtieren zum Opfer gefallenen Tiere durch neue wieder ersetzt werden.

Hierbei wird immer vorausgesetzt, daß die Zahl der Tiere stets dieselbe bleibt. Zuweilen ist dies nun allerdings nicht der Fall, die Zahl der Wanderratten hat z. B. außerordentlich zugenommen; denn sie haben sich von Rußland aus über ganz Europa und die übrigen Erdteile verbreitet. Umgekehrt hat die Zahl anderer Tiere abgenommen, einzelne sind ausgestorben, bei andern vermindert sich die Zahl beständig, z. B. bei den Elefanten. Meist jedoch ist eine solche Zu- oder Abnahme sehr gering und sie zeigt sich auch nur bei wenigen Tieren und stets nur eine Zeit lang. Alsdann ist das Tier entweder ausgestorben oder die Zahl der Tiere hat eine solche Höhe erlangt, daß sie nicht mehr alle leben können. Bei fast allen Tieren bleibt also die Zahl ungefähr dieselbe. Die Fortpflanzung, so kann man das Verhältnis der Anzahl der Tiere zu verschiedenen Zeiten nennen, findet also stets im Verhältnis von eins zu eins statt. Die Vermehrung, d. h. die Zahl der produzierten Jungen ist größer, da ja viele der Jungen wieder sterben. Und zwar ist die Vermehrung desto größer, je größer die Sterblichkeit ist.

Die Sterblichkeit wird nun nicht bloß durch die Zahl der Feinde,

sondern auch durch manche andere Umstände, so durch Zufälligkeiten bestimmt. Am besten läßt sich dies an einem Beispiel erörtern. Der Bandwurm legt außerordentlich viele Eier, nämlich etwa 85 Millionen. Ob eins derselben wieder zur Ausbildung gelangt, ist dem Zufall anheimgegeben. Es muß zuerst in das Schwein und dann in den Magen des Menschen gelangen. Nur bei außerordentlich wenigen Eiern wird es sich zufällig so treffen, daß das Tier zur vollkommenen Ausbildung gelangt. Auch bei andern schmarotzenden Tieren ist der Lebensweg so von Zufälligkeiten abhängig, daß von der sehr großen Zahl von Eiern nur sehr wenige zur Entwickelung gelangen.

Man glaubte früher dieses erklären zu können, indem man es als eine direkte mechanische Wirkung des Überflusses hinstellte, in welchem sich solche Schmarotzer befinden. Die leichte Erwerbung der Nahrung macht es ihnen möglich, eine so große Zahl von Eiern zu produzieren. Es gibt jedoch auch Tiere, welche nicht schmarotzen und doch eine ebensogroße Zahl von Eiern produzieren, z. B. Austern und andere. Diese so starke Vermehrung kann also nicht als eine direkte Wirkung des Nahrungsüberflusses aufgefaßt werden. Vielmehr haben die Tiere nur deshalb die Eigenschaft, sich so stark zu vermehren, weil unter ihren Lebensverhältnissen eine so starke Vermehrung unbedingt notwendig ist.

Nachdem man nun gesehen, daß jedes Tier eine ganz bestimmte Vermehrung hat, frägt es sich, ob diese auch unter verschiedenen äußern Verhältnissen stets dieselbe bleiben wird. Die Tiere haben bald mehr, bald weniger Nahrung. Die meisten leben im Sommer im Überfluß, im Winter im Mangel. Wenn Überfluß herrscht, so ist es nützlich, sich stark zu vermehren, denn die vielen Jungen werden alle am Leben bleiben, aufwachsen und sich wieder vermehren. Ein Tier, das sich im Überfluß stark vermehrt, wird sich auch stark fortpflanzen.

Im Mangel aber verhält es sich anders. Hat bei Mangel an Nahrung ein Tier viele Nachkommen, so wird ein jedes der vielen Tiere erst recht wenig Nahrung haben. Die Tiere werden sich also nur schlecht ausbilden können und auch ihre Jungen werden nur schwach ernährt sein. Infolgedessen werden sehr viele von ihnen zu Grunde gehen, und zwar werden nur so viele von ihnen leben bleiben, als unter diesen Verhältnissen leben können. Und diese Überlebenden werden schlecht ausgebildet sein. Viel nützlicher wäre es gewesen, wenn dieses Tier nur ungefähr so viel Junge hervorgebracht hätte, als später zur vollkommenen Ausbildung gelangen können. Es ist also eine nützliche Eigenschaft für die Tiere, wenn sie sich im Mangel nur schwach vermehren. Im Überfluß ist eine starke, im Mangel eine schwache Vermehrung nützlich. Man darf daher vermuten, daß die Tiere die Eigenschaft haben, sich in ihrer Vermehrung nach den herrschenden Verhältnissen, nach den jeweiligen Existenzbedingungen zu richten. Die Vermehrung bleibt also nicht stets dieselbe, sondern es tritt eine Regulierung der Vermehrung ein.

In meinem Buche wird nun durch eine außerordentlich große Zahl von Thatsachen nachgewiesen, daß bei Menschen, Tieren und Pflanzen unter besseren Umständen wirklich eine stärkere Vermehrung eintritt. Beim Menschen z. B. zeigt sich in guten Jahren eine größere Zahl von

Geburten als in schlechteren, im Sommer treten etwas mehr Konzeptionen ein als im Winter. Noch manche andere Thatsachen lassen sich für die Mehrproduktion von Kindern unter besseren Verhältnissen anführen. Hier kann ich jedoch nicht näher darauf eingehen.

Bei Tieren verhält es sich ebenso, unter ungünstigen Verhältnissen ist die Vermehrung schwächer, unter günstigen stärker; kommen also Tiere unter bessere oder schlechtere Umstände, so wird dieser Einfluß sich zu allererst beim Genitalsystem bemerklich machen. Kein anderes Organ ist so empfindlich als gerade dieses. Denselben Einfluß wie eine bessere Ernährung hat die Domestikation, wie sich bei sehr vielen Tieren zeigt. Das Gefangenhalten wilder Tiere hat dagegen einen sehr ungünstigen Einfluß. Ebenso vermindert sich die Ernährung des Genitalsystems im Alter. Das Klima, die Jahreszeiten, die Stärke der Muskelarbeit und andere Verhältnisse haben Einfluß auf die Stärke der Ernährung des Geschlechtssystems und damit auf die Zahl der Nachkommen.

Endlich muß hier wenigstens erwähnt werden, daß auch bei Pflanzen genau dasselbe beobachtet wird. Sie produzieren unter schlechteren Verhältnissen weniger, unter besseren mehr Samen. Günstig wirkt eine Domestikation, ungünstig aber jede plötzliche und starke Änderung der Lebensbedingungen. Auch das Klima ist von großem Einfluß.

Ganz kurz sei hier noch darauf hingewiesen, daß sehr viele Tiere die höchst nützliche Eigenschaft habe, die Vermehrung noch nachträglich regulieren zu können. Wenn diese nämlich für die Verhältnisse zu stark war, so fressen die Jungen sich gegenseitig oder die Alten fressen ihre Jungen. Diese Eigenschaft wird jedem im ersten Augenblick sehr unnatürlich vorkommen. Man muß jedoch bedenken, daß ein Teil der Tiere immerhin zu Grunde gehen würde. Wenn diese nun von den andern gefressen werden, so wird wenigstens den überlebenden Tieren genützt. Bei einer ziemlich großen Zahl von Tieren ist bisher schon ein solcher Kinder- oder Verwandtenmord beobachtet worden. In meinem Buche findet man diese Fälle näher erörtert.

Wenn man von allen diesen Thatsachen Kenntnis genommen hat, so muß man zugeben, daß die lebenden Wesen in der That die nützliche Eigenschaft haben, sich in ihrer Vermehrung nach den äußern Verhältnissen zu richten. Es frägt sich nun, welche Rolle hierbei die beiden Geschlechter spielen. Die Theorie gibt hierauf die Antwort, daß infolge von Arbeitsteilung Männchen und Weibchen eine verschiedene Aufgabe bei der Fortpflanzung überkommen haben. Das Männchen sucht das Weibchen auf, das ruhig der Befruchtung harrt. Das Männchen ist das beweglichere. Das Weibchen dagegen liefert den Stoff zum Aufbau des Jungen. Dies tritt namentlich bei den höheren Tieren deutlich hervor. bei den niederen ist die Arbeitsteilung nicht so weit fortgeschritten. Es geht hieraus hervor, daß das Weibchen zur Reproduktion weit mehr Nahrung gebraucht als das Männchen.

In meinem Buche habe ich nun durch das ganze Tierreich hindurch die Verschiedenheit der Rollen verfolgt, welche bei der Fortpflanzung die beiden Erzeuger spielen. Stets zeigt sich, daß das Männchen oder wenigstens sein Genitalapparat weniger Nahrung bedarf als das

Weibchen oder dessen Genitalapparat. Um ein Beispiel herauszugreifen, sei nur erwähnt, daß bei den Rädertieren die Männchen sehr viel kleiner sind als die Weibchen, weder Schlundröhre noch Darm haben. Sie verlassen in vollkommener Ausbildung das Ei, nehmen keine Nahrung auf, leben überhaupt nur kurze Zeit. Die viel größeren Weibchen sind dagegen mit allem ausgerüstet, was zu einer guten Ernährung dienen kann, da sie auch sonst die weibliche Reproduktionsthätigkeit, die Produktion von Eiern, nicht zuwege bringen würden. Bei sehr vielen andern Tieren zeigt sich ein gleiches oder ähnliches Verhältnis. Oft z. B. ist das Weibchen ein Schmarotzer, das Männchen aber nicht. Nie aber zeigt sich der umgekehrte Fall, daß etwa das Männchen an andern Tieren schmarotzt und mehr Nahrung aufnähme als das Weibchen. Nur in einem Falle scheint dies einzutreten, hier schmarotzt das Männchen an oder in dem Weibchen, so bei der *Bonellia.* Das Männchen ist hier winzig klein und gebraucht so wenig Nahrung, daß es auf Kosten des Weibchens leben kann. Nie aber würde der umgekehrte Fall eintreten können; denn stets gebraucht das Weibchen mehr Nahrung als das Männchen. Auch für Pflanzen läßt sich zeigen, daß die weiblichen Blüten oder Pflanzen mehr Nahrung erfordern als die männlichen.

Wenn es nun richtig ist, daß die Nahrung für die Weibchen von größerer Wichtigkeit ist als für die Männchen, so muß auch eine Veränderung in der Stärke der Ernährung auf die Weibchen von größerer Wirkung sein als auf die Männchen. Diese größere Empfindlichkeit des Weibchens ist in dem Buche an sehr vielen Thatsachen nachgewiesen, die sowohl dem Tier- wie dem Pflanzenreich entnommen sind und deren Erwähnung hier zu weit führen würde.

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, daß im allgemeinen das weibliche Geschlecht weit mehr Nahrung bedarf als das männliche, daß ihm infolge der Arbeitsteilung die Hauptarbeit bei der Reproduktion zugefallen ist. Von der Zahl der Weibchen hängt besonders die Stärke der Vermehrung ab. Ein Männchen kann in kurzer Zeit viele Weibchen befruchten, die Zahl der produzierten Jungen hängt also besonders von der Anzahl der vorhandenen Weibchen ab. Wenn es nun für die Tiere nützlich ist, sich im Überfluß stark zu vermehren, so muß es für sie auch nützlich sein, im Überfluß viele Weibchen hervorzubringen; denn mit Hilfe dieser Weibchen kann erst recht eine starke Vermehrung eintreten, da ihnen ja die Hauptarbeit hierbei zufällt. Alsdann wird der Überfluß durch eine möglichst starke Reproduktion ausgenutzt. Umgekehrt werden bei eintretendem Mangel relativ mehr Männchen geboren, die Zahl der Weibchen muß abnehmen; alsdann tritt eine schwächere Vermehrung ein und diese ist unter ungünstigen Umständen nützlich. Es ist also nützlich, wenn die Tiere und Pflanzen im Überfluß viel Weibchen, im Mangel viel Männchen hervorbringen, wenn eine Regulierung des Sexualverhältnisses je nach den äußeren Umständen eintritt.

Da die Verhältnisse beim Menschen jeden Leser am meisten interessieren werden, so sind diese in dem Buche zuerst erörtert. Auch hier sollen sie etwas ausführlicher erwähnt werden. Die Knaben entstehen

der Theorie nach häufiger unter ungünstigen Bedingungen. Nun aber wiegt ein Knabe bei der Geburt durchschnittlich mehr als ein Mädchen. Hieraus folgt, daß diejenigen Knaben, deren Geschlechtsentstehung durch mangelhafte Ernährung verursacht worden ist, sich relativ weniger gut ausbilden können, während bei den Mädchen das Umgekehrte der Fall ist. Die unbedingte Folge dieser relativ schwächeren Ausbildung muß eine größere Sterblichkeit sein. Es müssen also während der Schwangerschaft mehr Knaben zu Grunde gehen als Mädchen. Und in der That findet sich unter den Knaben eine größere Zahl von Totgeburten. Als weitere Wirkung der relativ schwächeren Ausbildung zeigt sich auch anfangs eine größere Sterblichkeit der männlichen Kinder. Durch eine große Zahl von statistischen Belegen wird dies bewiesen. Die größere Sterblichkeit des männlichen Geschlechts tritt nicht nur beim Menschen, wo sie zuerst aufgefunden wurde, sondern auch bei andern Wesen auf. Sie ist bei Pferden, Schafen und ferner beim Hanf beobachtet worden.

In dem Buche wird nun mit Hilfe statistischer Tabellen gezeigt, daß in günstigeren Jahren mehr Mädchen als in ungünstigen geboren werden. Auf dem Lande ist der Knabenüberschuß größer als in den Städten, was sehr wohl auf eine bessere Ernährung in den letzteren zurückgeführt werden kann. Auch der Stand der Eltern ist von Einfluß auf das Geschlecht der Kinder, die schlechter genährten werden mehr Knaben erzeugen. Sehr interessant ist das Verhältnis bei den Zwillingen und Drillingen. Zwillinge machen sich später bedeutende Konkurrenz in der Ernährung, dies scheint jedoch erst so spät einzutreten, daß es auf das Geschlecht nicht mehr von Einfluß sein kann; denn das Geschlechtsverhältnis ist bei den Zwillingen ungefähr dasselbe wie bei den übrigen Geburten. Die Drillinge dagegen machen sich schon früher Konkurrenz. Sie werden schon frühzeitig schwächer ernährt als die andern Kinder; bei ihnen werden also häufiger Knaben entstehen. Und in der That zeigt das Geschlechtsverhältnis bei den Drillingen einen größeren Knabenüberschuß als bei Zwillingen. Die Zwillinge und Drillinge wachsen überhaupt unter sehr ähnlichen Bedingungen auf. Da nun die äußern Umstände von Einfluß auf das Geschlecht sind, so müssen die Zwillinge und Drillinge weit häufiger gleiches Geschlecht haben, als man der Wahrscheinlichkeit nach erwarten sollte. Bei den Zwillingen findet man häufiger nur Knaben oder nur Mädchen als Kinder von ungleichem Geschlecht. Auch dies deutet wieder darauf hin, daß das Geschlechtsverhältnis nicht unbedingt dasselbe bleibt, sondern daß die äußern Umstände von Einfluß auf das Geschlecht sind.

Das Alter der Mutter übt einen Einfluß auf das Geschlecht aus; denn bei zunehmendem Alter wird das Genitalsystem schwächer ernährt. Ältere Mütter müssen daher relativ mehr Knaben gebären. Auch hierfür sind statistische Belege angeführt. Jedoch ist der Einfluß des Alters der Mutter ein ziemlich komplizierter, da mit diesem auch das des Vaters zunimmt. Leichter zu überschauen ist der Einfluß des Klimas und der Jahreszeiten. In den wärmeren Monaten werden etwas mehr Mädchen empfangen. Dies wird durch eine statistische Tabelle bewiesen, welche mehr als zehn Millionen Fälle umfaßt. Eine solche Mehrproduk-

tion von Mädchen im Sommer gewährt den Menschen durchaus keinen Nutzen. Denn ehe die Mädchen herangewachsen sind, ist der Sommer längst vorüber. Ob eine Eigenschaft in einem bestimmten Falle jedoch nützlich oder nicht nützlich wirkt, ist gleichgültig, wenn sie nur im allgemeinen nützlich ist. Beim Menschen sind ungünstige oder günstige Umstände meist nur vorübergehend. Nur selten kommt ein Volk in andauernd ungünstige Verhältnisse. In solchen befinden sich die wilden Stämme Amerikas und Oceaniens, welchen in ihrem Urzustand plötzlich die europäische Kultur aufgedrungen wurde. Die ungemein schnelle Änderung der Lebensweise und Ernährungsart mußte diesen Rassen unzuträglich sein. Die Folge hiervon ist eine außerordentliche Unfruchtbarkeit, so daß oft auf hundert und mehr Familien nur wenige Kinder kommen, und diese sind meist Knaben.

Beim Menschen sind die Stärke der Menstruation und das Gewicht der Placenta von Einfluß auf die Ernährung des Kindes. Hierbei zeigt sich, daß bei schwächerer Menstruation und geringerem Gewicht der Placenta etwas mehr Knaben erzeugt werden als gewöhnlich.

Beim Menschen interessieren uns diese Verhältnisse am meisten, obwohl die Schwankungen des Geschlechtsverhältnisses hier nur sehr gering sind. Bei den Tieren sind sie weit bedeutender. Füttert man Tiere gut, so entsteht ein ziemlich großer Überschuß von Weibchen, füttert man sie schlecht, so zeigt sich ein großer Überschuß von Männchen. Und zwar ist dieser um so größer, je niedriger die Tiere stehen. Ich kann hier natürlich nicht die einzelnen Tiere aufzählen, bei denen bis jetzt eine Mehrproduktion von Männchen im Mangel beobachtet worden ist. Es sei nur erwähnt, daß außer dem Einfluß der Ernährung auch der des Alters der Tiere, der des Klimas und der Jahreszeiten nachgewiesen ist.

Bei vielen Tieren ist der Überfluß im Sommer sehr bedeutend und es tritt bei ihnen eine ganz außerordentliche Produktion von Weibchen ein. Bei einigen werden sogar nur Weibchen hervorgebracht, die wieder nur Weibchen produzieren. Alle vorhandenen Tiere sind also Weibchen und diese können sich daher außerordentlich stark vermehren. Die Eier haben die Eigenschaft, befruchtet werden zu müssen verloren, sie entwickeln sich sofort und ziemlich rasch. Die Tiere werden rasch geschlechtsreif und vermehren sich sehr bald wieder. Eine solche starke Vermehrung während des Überflusses tritt z. B. bei den Blattläusen und den Daphniden ein. Sobald aber im Herbst der Mangel beginnt, entstehen wieder Männchen und es werden wieder befruchtete Eier produziert.

Schon früher hatten wir eine andere Art von Parthenogenesis kennen gelernt, bei der aber aus den unbefruchteten Eiern Männchen hervorgingen. Diese, die arrenotokische Parthenogenesis, unterscheidet sich wesentlich von der zuletzt kennen gelernten, der thelytokischen. Bei ersterer ist es der Ausfall der Befruchtung, der zum männlichen Geschlecht bestimmt. Bei letzterer aber ist es der Überfluß an Nahrung, der die Nachkommen zum weiblichen Geschlecht bestimmt; denn sobald dieser Überfluß aufhört, hört auch seine Wirkung auf, es entstehen nicht mehr ausschließlich Weibchen, sondern auch Männchen. Auf den Rosen und

Nelken findet man z. B. Blattläuse, welche sich im Sommer sehr stark vermehren, indem sie immer wieder Weibchen hervorbringen. Bringt man die Pflanzen nun künstlich zum Absterben, so entstehen nicht mehr Weibchen, sondern infolge des eingetretenen Mangels bilden sich Männchen. Bei einer sehr großen Zahl von andern Tieren zeigen sich ähnliche interessante Erscheinungen.

Die Knospung und Teilung, wie wir sie bei vielen niedern Tieren beobachten, kann ebenfalls als eine Vermehrung der Weibchen ohne Befruchtung der Männchen aufgefaßt werden. Auch diese findet besonders stark im Sommer statt, während sie im Herbst mehr oder weniger durch geschlechtliche Fortpflanzung abgelöst wird. Die ungeschlechtliche Vermehrung tritt also verhältnismäßig stärker zur Zeit des Überflusses auf.

Besonders interessant sind die Tiere, bei denen ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung miteinander abwechseln. Hier zeigt sich nämlich stets, daß die ungeschlechtliche Vermehrung bei der Generation eintritt, die im Nahrungsüberfluß lebt. Oft ist diese parthenogenetische Generation schmarotzend, während die andere frei lebt und sich nicht geschlechtlich fortpflanzt.

Endlich zeigt sich auch bei Pflanzen dieselbe Erscheinung. Bei guter Ernährung entstehen mehr Weibchen, bei Dichtsaat der Pflanzen, also im Mangel entstehen mehr Männchen als gewöhnlich. Am heftigsten hat sich Heyer hiergegen ausgesprochen. Aus seinen eigenen, von ihm nicht vollständig verstandenen Versuchen geht indessen hervor, daß unter günstigeren Umständen mehr Weibchen entstanden sind. Wichtig sind ferner die Beobachtungen von Hermann Müller, welche zeigen, daß, wenn gewisse Alpenpflanzen im Tiefland verkümmern, meist männliche Blüten entstehen; nicht minder die Versuche von Prantl, welcher bei Farnen willkürlich Männchen oder Weibchen entstehen ließ, je nachdem er die Vorkeime gut oder schlecht nährte. Auch die ungeschlechtliche Fortpflanzung tritt bei Pflanzen ebenso wie bei Tieren bei besserer Ernährung häufiger ein. Am deutlichsten sieht man dies bei Moosen und Algen. Bei diesen Andeutungen muß ich es hier bewenden lassen; gehen wir nun vielmehr zu dem folgenden äußern Umstand über, der noch von Einfluß auf das Geschlecht der Nachkommen ist. —

Es ist dies die Inzucht. Wir hatten bereits gesehen, daß infolge eingetretener Arbeitsteilung den Männchen und Weibchen verschiedene Rollen bei der Fortpflanzung zu teil geworden sind. Diese Verschiedenheit hatte schon oben einmal unsere Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Damals zeigte sich, daß das Weibchen besonders für den Aufbau des Jungen sorgt. Das Männchen dagegen hat die Aufgabe, das Weibchen aufzusuchen. Dem Männchen liegt es also ob, die geschlechtliche Mischung möglichst differenter Individuen, also Kreuzung herbeizuführen, oder was dasselbe ist, Inzucht zu vermeiden. Ebenso wie wir früher gesehen haben, daß das Weibchen sehr viele Eigenschaften hat, die ihm besonders nützlich sind zur Lieferung der Stoffe zum Aufbau der Jungen, ebenso läßt sich durch das ganze Tier- und Pflanzenreich nachweisen, daß die Eigentümlichkeiten des männlichen Geschlechtes es besonders

dazu befähigen, das Weibchen aufzusuchen. Das Männchen hat eine weit größere Beweglichkeit als das Weibchen.

In dem Buche wird nun durch das ganze Tier- und Pflanzenreich hindurch die Rolle verfolgt, welche das Männchen bei der Fortpflanzung spielt. Hier soll indessen nur irgend ein Beispiel herausgegriffen werden. Bei sehr vielen niedern Tieren, z. B. den Schildläusen, Blattläusen etc., sind die Weibchen groß, plump und ungeflügelt, die Männchen dagegen kleiner und geflügelt. Bei einem Nachtschmetterling, dem sogenannten Dachdecker, fliegt nur das Männchen, das Weibchen dagegen nicht; es legt die Eier alle auf einen Fleck, also auf denselben Baum, auf dem es selbst als Raupe aufgewachsen ist. Bei allen diesen Tieren sorgt nur allein das Männchen für Vermeidung der Inzucht. Sehr viele andere Tiere zeigen eine ebenso große Verschiedenheit der Geschlechter. Bei den meisten ist dieselbe nicht so groß, stets aber läßt sich nachweisen, daß das Männchen größere Beweglichkeit besitzt als das Weibchen.

Wenn es nun den Männchen obliegt, Inzucht zu vermeiden, so folgt hieraus, daß die Stärke der Kreuzung besonders von der Zahl der Männchen abhängt. Je weniger Männchen vorhanden sind, desto mehr Inzucht, je mehr Männchen aber da sind, desto mehr findet Kreuzung statt. Wenn nun Tiere durch irgend welche Umstände zur Inzucht gezwungen werden, so muß es für sie nützlich sein, mehr Männchen zu produzieren; denn durch diese kann die Inzucht gemildert oder wieder aufgehoben werden und Inzucht ist der Ausbildung der Nachkommen sehr schädlich. Es muß also für die Tiere nützlich sein, in der Inzucht mehr Männchen hervorzubringen. Die Zahl der Thatsachen, welche dafür spricht, daß die Tiere in der That diese Eigenschaft besitzen, ist bis jetzt noch gering. Aber eine außerordentlich große Zahl von Thatsachen spricht indirekt dafür, wie wir sehen werden.

Die Inzucht hat nämlich genau dieselben Wirkungen wie eine zu schwache Ernährung. Die in Inzucht erzeugten Nachkommen sind kleiner und schwächlicher als die durch stärkere Kreuzung erzeugten. Diese Tiere sterben auch viel häufiger. Dieselben Wirkungen hat eine schwache Ernährung. Zu den Wirkungen der letzteren gehört auch eine Mehrproduktion von Männchen. Auch aus diesem Grunde kann man schließen, daß die Mehrproduktion von Männchen auch zu den Wirkungen der Inzucht gehören wird. Von der großen Zahl der Thatsachen, welche die Schädlichkeiten der Inzucht nachweisen, sollen hier keine angeführt werden. Alle Thatsachen aber stehen in einer überraschenden Übereinstimmung mit einander. Und gerade dies ist sehr wichtig. —

Alle Umstände, welche das Geschlecht entscheiden, sind auf nützliche Eigenschaften zurückzuführen, die durch natürliche Zuchtwahl erworben wurden. Die bisher betrachteten Momente ergaben sich nur aus den für alle Tiere und Pflanzen gültigen allgemeinen Reproduktionsverhältnissen. Viele Tiere besitzen aber noch spezielle Lebenseigentümlichkeiten, infolge deren sich noch besondere Eigenschaften entwickelt haben, welche die Entstehung des Geschlechts beeinflussen.

Die kleinen Süßwasserkrebschen, die Daphniden, bieten uns ein Beispiel hierfür. Von diesen leben viele in sehr kleinen Wasserlachen,

die im Sommer sehr oft austrocknen. Wenn die Vegetation am üppigsten ist, so findet man fast nur Weibchen, die sich sehr rasch und stark vermehren. Sie legen nämlich Sommereier und diese haben die unter diesen Umständen nützliche Eigenschaft, sich sehr rasch zu entwickeln. Die entstandenen Weibchen werden sehr bald geschlechtsreif und vermehren sich wieder ebenso stark. Auf diese Weise wird der Überfluß durch eine sehr starke Vermehrung ausgenutzt. Im Herbst, wenn der Mangel anfängt, entstehen Männchen und es werden befruchtete Eier gelegt. Diese heißen Dauereier, sie bleiben den Winter über liegen und entwickeln sich erst, wenn das Wasser wieder wärmer wird. Wenn das Wasser im Sommer austrocknet, so würden sämtliche Tiere zu Grunde gehen. Diese Daphniden haben aber die nützliche Eigenschaft, auch im Sommer einzelne Männchen und Dauereier hervorzubringen, die sich nach einer gewissen Zeit und namentlich dann entwickeln, wenn sie einmal eingetrocknet waren. Durch diese fortwährende Produktion von Dauereiern werden die Tiere davor bewahrt, beim Eintrocknen der Wassertümpel in einer Gegend hier gänzlich auszusterben. Diejenigen Daphniden nun, welche in ganz kleinen Lachen leben, die sehr häufig austrocknen, produzieren fortwährend Männchen und Dauereier. Diejenigen, die in größeren Tümpeln hausen, bringen solche erst nach gewissen Zwischenräumen hervor; diese Tümpel trocknen schon seltener aus. Diejenigen Arten endlich, welche Seen bewohnen, die nie austrocknen, bringen im Sommer gar keine Männchen und Dauereier hervor; denn bei ihnen haben sie keinen Nutzen. Noch näher können diese Andeutungen hier nicht ausgeführt werden. —

Aus den bisherigen Erörterungen geht hervor, daß das Geschlecht nicht etwa, wie man früher häufig annahm, vererbt wird, sondern daß es durch das Zusammenwirken von Ursachen entschieden wird. Und diese Ursachen wirken nicht, wie man früher vielfach meinte, nur im Moment der Befruchtung, sondern zu verschiedenen Zeiten nacheinander. Schon von vornherein hat das Ei die Tendenz zur Ausbildung des einen Geschlechtes. Ebenso hat das Sperma eine bestimmte Tendenz. Beide setzen sich bei der Befruchtung wie zwei nach gleicher oder entgegengesetzter Richtung wirkende Kräfte zu einer neuen Tendenz zusammen, welche die vorläufige Entwickelung des Geschlechtes bestimmt. Lange nach der Befruchtung, wenn der Embryo sich bereits entwickelt, ist die Ernährung noch immer von Einfluß und kann eine Umänderung der Tendenz, die das Geschlecht entscheidet, verursachen. Sogar dann, wenn die Geschlechtsorgane schon angefangen haben, sich z. B. zum weiblichen Geschlecht zu entwickeln, kann eine eintretende schlechte Ernährung den Stillstand der weiblichen Entwickelung und die Ausbildung zum männlichen Geschlecht veranlassen, so daß ein vollkommener oder teilweiser Zwitter entsteht, da dieses Individuum Eigenschaften von beiden Geschlechtern an sich trägt. Wenn jedoch eine solche späte Einwirkung nicht mehr eintritt oder nicht mehr stark genug ist, um eine Umänderung der Geschlechtsausbildung zu bewirken, so ist das Geschlecht definitiv entschieden.

Aus den einzelnen Sätzen der Theorie geht hervor, welche ver-

schiedenen Umstände beachtet werden müssen, wenn die Wahrscheinlichkeit der Geburt des einen Geschlechtes erhöht werden soll. Für die Landwirtschaft kann die Beachtung dieser Umstände von sehr großer Wichtigkeit werden.

In der vorliegenden kurzen Übersicht konnten die Beweise für die Richtigkeit der einzelnen Sätze nur flüchtig angedeutet werden. Auch einzelne nicht unwichtige und teilweise sehr interessante Sätze der Theorie haben hier ganz fortbleiben müssen. Ausführlich findet sich dies alles in dem erwähnten Buche erörtert.

Aachen. Dr. C. Düsing.

Geologie.

Heim's Gletscherkunde.[1]

Das einzige bisher in deutscher Sprache erschienene Werkchen über Gletscher, Mousson's »Gletscher der Jetztzeit«, ist längst veraltet und mit Freuden mußte daher ein neues Handbuch der Gletscherkunde begrüßt werden, welches sich bescheidenerweise zwar nur als zweite Auflage von Mousson's Arbeit betrachtet wissen will, das in Wirklichkeit aber eine durchaus selbständige wissenschaftliche Leistung ist, indem es nicht bloß eine Kompilation früherer Untersuchungen, sondern auch viel neues Material in neuer Form, und zwar sowohl Beobachtungen als auch Ideen darbietet. Das vorliegende Werk Heim's kann nach beiden Richtungen hin als gelungen bezeichnet werden; die Fülle seines Inhalts gestattet keine kurze Angabe desselben, sondern fordert notwendigerweise ein langes Referat, und dieser Umstand möge entschuldigen, wenn der nachfolgende Auszug länger ausgefallen sein sollte, als es sonst an dieser Stelle üblich ist.

Mit Recht hat Heim Abbildungen von Gletschern[2] mit dem Hinweise darauf, daß dieselben doch Photographien nicht ersetzen könnten, aus dem Buche gebannt und sie durch zwei Karten ersetzt; die eine, ein Ausschnitt der 50 000teiligen Schweizer Generalstabskarte, stellt durch den Aletschgletscher alle Eigentümlichkeiten eines alpinen Gletschers in vollendeter kartographischer Weise dar, die andere führt die Ergebnisse der Rhonegletschervermessung vor Augen. Vermißt aber wird im Werke ein Register, das durch eine Inhaltsübersicht nicht ersetzt wird; vermißt werden ferner in einem Werke, das zum Handgebrauche bestimmt ist, öfters

[1] Albert Heim, Handbuch der Gletscherkunde. (Bibliothek geographischer Handbücher, herausgegeben von Prof. Dr. Friedrich Ratzel. Bd. IV.) XVI u. 560 S. 8° mit einer Karte und zwei Tafeln. Stuttgart 1884. J. Engelhorn.

[2] Es möge an dieser Stelle gestattet sein, die neuen Photographien Sella's aus der Finsteraarhorngruppe ausdrücklich zu empfehlen. Diese photographischen Musterleistungen stellen in größtem Formate namentlich den Aletschgletscher und Umgebung dar, sie werden deswegen zu einer schönen Ergänzung zu Heim's Buch. Sie sind, das Stück zu 9 Frs., durch Herrn J. Beck, Straßburg, Spießgasse 22, zu beziehen.

Litteraturangaben. Diesen formalen Bedenken lassen sich nur selten solche wissenschaftlicher Art zur Seite stellen, vielmehr drängt es den Referenten, welcher manchmal von den Ansichten des Verfassers abweicht, demselben herzlichst für die wohlgelungene Gesamtleistung zu danken.

Die Einleitung des Werkes ist den klimatischen Verhältnissen der Gletscherregionen gewidmet. In lichtvoller Weise wird die Temperaturabnahme mit der Höhe durch die geringe Wärmekapazität dünner Luftschichten, durch die geringe Fläche des erwärmenden Bodens, die starke Radiation und die Unmöglichkeit einer Zirkulation warmer Luft aus tieferen in höhere Regionen erklärt. Kurz erwähnt werden dann einige Beträge der Temperaturabnahme mit der geographischen Breite und Erhebung über das Meeresniveau, worauf näher auf die Schneeregion und ihre untere Grenze, die Schneelinie oder Schneegrenze eingegangen wird.

Einige Daten lehren, daß die Differenz zwischen der unteren Grenze des Schneefalles und der unteren Grenze des ewigen Schnees mit der geographischen Breite entschieden zunimmt, und es werden die Faktoren auseinandergesetzt, welche die Lage der Schneegrenze fixieren. Dieselben werden in der Art und Verteilung der Niederschläge und Temperatur gefunden und danach folgende vier Möglichkeiten entwickelt: 1) Schneefall groß, Schmelzwärme groß, relativ mittlerer Stand der Schneegrenze (Alpen), 2) Schneefall groß, Schmelzwärme klein, tiefste Lage der Schneegrenze (höhere Breiten der Südhemisphäre), 3) Schneefall klein, Schmelzwärme groß, höchste Lage der Schneegrenze (Hochgebirge der Tropen), 4) Schneefall klein und Schmelzwärme klein, relativ hohe Lage der Schneelinie (Sibirien). Hieran knüpft sich eine sehr vollständige Tabelle der Schneegrenzenhöhe. In derselben ist die für die Tatra angesetzte Zahl nach Partsch zu berichtigen (Schneegrenze daselbst 2300 m), ferner nach Güssfeldt neuerlich die Zahl für die Schneegrenze am Aconcagua von 4485 m auf 5400 zu erniedrigen, die für Abessinien dagegen nach Rohlfs auf 4910 zu erhöhen. Die für die Sierra Nevada (Spanien) gegebenen Werte korrigieren die S. 40 gegebenen Zahlen, während die für den Himalaja mitgeteilten untereinander nicht unbeträchtlich differieren; die Angaben, daß die Schneegrenze hier nur 3400 beziehungsweise 3650 m liege, dürften durch den eben zuvor mitgeteilten Wert berichtigt werden, ferner dürfte die Angabe, daß die Schneegrenze in der Südpolarzone im Meeresniveau auftrete, durch Beobachtungen auf Südgeorgien (55° S), wo die Schneegrenze nach neuesten Beobachtungen in 800 m Höhe liegt, unwahrscheinlich werden. Weiter ist zu berichtigen, daß Grinellland keine Gletscher besäße: die Greely'sche Expedition hat deren in großer Zahl gefunden, ebenso wie Boas solche auf Baffinland, ferner haben der Munku Sardyk im östlichen Sajan und die kalifornische Sierra Nevada kleine Gletscher. Eine Diskussion dieser Zahlenwerte und ein Vergleich mit bestimmten klimatologischen Verhältnissen wird leider nicht versucht, wiewohl der Versuch nahe liegt, die Punkte gleicher Höhe der Schneegrenze durch Linien zu verbinden. Der Verlauf solcher »Isochionen« zeigt einen merkwürdigen Parallelismus mit dem der Isotheren.

Abschnitt I handelt von den Lawinen, welche nebst den Gletschern die Region des ewigen Schnees entwässern. Jede Lawine hat ein Sammel-

oder Abrißgebiet, eine Sturzbahn, den Lawinenzug, und ihr Ablagerungsgebiet, den Lawinenkegel. Einige Angaben nach Coaz schildern die Bedeutung der Lawinen, die als Staub- und Grundlawinen eingehend namentlich in bezug auf die Art ihrer Bewegung betrachtet werden. Letztere ist ein vollkommenes Fließen, das namentlich bei den Staublawinen deutlich entgegentritt. Bei den Grundlawinen ist dieselbe komplizierter, die rutschende Schneemasse ballt sich zu zahllosen eiförmigen Klumpen zusammen, welche rollen und im Moment des Stillstandes durch Regelation zusammenfrieren. Besondere Erwähnung findet der bisher nicht genügend gewürdigte Gesteinstransport durch die Lawinen, das Schleifen des Bodens durch Grundlawinen und die durch den Lawinensturz bewirkte Luftbewegung.

Abschnitt II schildert die Gestalt der Gletscher. Die Existenz von Gletschern setzt eine bestimmte Bodenkonfiguration voraus, welche ermöglicht, daß sich Firn ansammelt und daß das Eis abfließt. Es gibt Firngebiete ohne Gletscher; nach der Konfiguration des Landes werden Gletscher vom alpinen, norwegischen und grönländischen Typus unterschieden. Der erstere wird ausführlich an der Hand zahlreicher Beispiele aus der Schweiz und Tirol geschildert, er ist charakterisiert durch Firnmulden, während der norwegische Typus durch Firnfelder, die über Plateaus gelagert sind, ausgezeichnet ist. Der grönländische Typus ist eine gänzliche Überflutung von Firn und Eis, und die Gletscher, die in den beiden anderen Typen als Individuen erscheinen, sind hier nicht mehr solche, sondern spielen dieselbe Rolle wie die Einzelpolypen eines Stockes. Anläßlich der Schilderung des alpinen Gletschertypus sind die Begriffe Gletscher erster und zweiter Ordnung erwähnt worden, nun finden Gletscherlawinen und regenerierte Gletscher als besondere Formen der Gletscher eine besondere Behandlung; eingehend werden sodann die Eisseen betrachtet, dieselben werden eingeteilt in Seen, die auf Eis gebettet sind, namentlich zwischen zwei sich vereinigenden Gletschern (Lac du Tacul zwischen dem Gletscher de Léchaux und dem Gletscher du Géant), ferner in Seen entstanden durch Abdämmung eines Hauptthales (Lac de Combal, Mattmarksee, Rofner See), endlich durch Abdämmung von Nebenthälern gebildete Seen (Rutorsee, Langenthaler Eissee (von Heim Gurgler See genannt), Merjelensee). Weitere Beispiele werden aus Grönland beigebracht. Zum Schluß dieses Abschnittes gibt Heim zahlreiche Maße der alpinen Vereisung, in der Schweiz größtenteils nach eigenen Messungen: Sammelgebiet, Eisstrom, Gesamtfläche, Länge des Gesamtgletschers, Länge des Eisstromes, Breite des Gletschers, Höhe von dessen Ende über dem Meere unter dem Firne werden von 19 Gletschern erster Ordnung mitgeteilt. Hiernach ist der Aletschgletscher mit 129 qkm Gesamtfläche und 24 km Länge der bedeutendste der Alpen. Die vergletscherte Fläche der Schweiz beträgt 1838,8 qkm, die der ganzen Alpen ca. 3000—4000 qkm. Die Schweizer Gletscher erstrecken sich im Mittel 1500 m, die Tiroler nur 800 m unter die Firngrenze. Die Mächtigkeit der Gletscher ist bisher nur approximativ bekannt, überschreitet jedoch nachweislich oft 200 m.

Abschnitt III handelt von der Ernährung und dem Material der Gletscher. Hier findet zunächst die Höhe des Schneefalls in den Alpen

eine eingehende Darstellung, und nachgewiesen wird, daß das Maximum des Schneefalls über der Region maximaler Niederschläge liegt, und zwar im Niveau des unteren Teiles der Schneeregion, wo die Gletscher ihre Sammelbecken haben. Hier ergibt sich eine jährliche Höhe frisch gefallenen Schnees von 10—20 m, entsprechend 2,5—5 m gesintertem Firnschnee und 1,3—2,6 m kompaktem Firneis. In den höchsten Regionen findet sich der pulverige Hochschnee, der sich durch sein blendendes Weiß auszeichnet und oft eine Beute des Windes wird, der ihn von den Gipfeln hinwegstäubt oder in Dünen zusammenweht. Der Hochschnee überzieht sich im Sommer mit einer Eiskruste, die nur teilweise auf eine oberflächliche Schmelzung des Schnees, größtenteils auf direktes Ansetzen von Eis infolge von Kondensation zurückzuführen ist. In warmen Sommern geht die Vereisung des Hochschnees sehr weit und führt zur Bildung 60—80 m mächtiger Hocheismassen, die in 3000—4000 m Höhe angetroffen werden. In tieferen Regionen, in welche der Hochschnee durch Rutschungen, Lawinen etc. gelangt, modifiziert sich derselbe zu Firn infolge des Wechsels von Anschmelzen und Wiedergefrieren der einzelnen Schneeflocken. Dieser körnige Firn ist durchlässig für Wasser; nur im Frühjahre, wenn er oberflächlich taut, in der Tiefe aber noch völlig zusammengefroren ist, dürften Wasseradern über ihn hinweg rieseln und zu der Furchung der Firnfläche führen. Außerdem wird dieselbe durch den Wind oberflächlich etwas gewellt und gekräuselt, sowie gelegentlich tief ausgefegt. Deutlich sieht man im Firnlager die Schichten jährlichen Zuwachses, die Jahresringe mit Abteilungen von 0,5—3 m Höhe. Abwärts treten infolge der Abschmelzung diese Lagen als mehr oder weniger schmutzige Kurven an der Firnoberfläche hervor. Indem sich der Firn in seinen unteren Lagen mit Schmelzwassern vollsaugt und diese wieder gefrieren, geht er in Firneis über, die Luft erscheint in demselben in kleinen Bläschen, Kapillarspalten fehlen. In manchen Jahren schmilzt der Firn völlig über dem Firneise ab, letzteres »apert« aus. Die von Schlagintweit behauptete Beeinflussung des Untergrundes auf die Firneisbildung läßt sich nicht stützen, diese geht auf Kalkboden ebenso wie auf Gneißboden vor sich.

Das Gletschereis entsteht aus dem Firneise durch mechanische Umformung und zwar infolge des Fließens des Gletschers. Das Gletschereis enthält nur einzelne größere Luftblasen, welche gelegentlich im Eise aufsteigen, dabei eine vertikalcylindrische Streifung hervorbringend; es ist von lichtbläulicher Färbung, die sich oberflächlich mehr oder weniger zu erkennen gibt, je nachdem die Kapillarspältchen mehr oder weniger mit Wasser erfüllt sind. Das Gletschereis ist ein krystallinisch-körniges Gestein, es besteht aus einzelnen Eiskörnern, die als Krystalle zu betrachten sind, welche in ihrer Ausbildung gehemmt wurden. Dieselben nehmen an Größe thalabwärts zu (von 1—15 cm Durchmesser), sie grenzen unregelmäßig gegeneinander, ihre Oberfläche ist mit Rillen bedeckt. Letztere sind nicht mit den beim Tauen sich bildenden Forel'schen Streifen zu verwechseln, welche gleich den Tyndall'schen Schmelzfiguren optisch orientiert sind und senkrecht zur krystallographischen Hauptaxe des Eiskornes gestellt sind. Es scheint, als ob bei langen Gletschern sich die einzelnen Eis-

körner mehr oder weniger mit ihrer Krystallaxe senkrecht stellten, jedoch fehlen noch genügende Untersuchungen. Die zahlreichen Haarkanälchen, welche sich namentlich an den Grenzen dreier Eiskörner finden, ermöglichen eine Infiltrierbarkeit des Gletschereises, die aber, wie später S. 337 nach neuen Untersuchungen FOREL's mitgeteilt wird, nur in den obersten Eislagen nachweisbar ist. Die Entstehung des Gletscherkornes ist noch nicht aufgeklärt. In lichtvoller Weise werden die Struktureigentümlichkeiten des Gletschereises als solchen auseinandergesetzt. Es wird unterschieden 1) die wirkliche Schichtung, entsprechend der Schichtung des Firns, nur durch fremde Zwischenschichten kenntlich und nur selten wahrnehmbar. 2) Die oberflächlichen Schmutzbänder, sich knüpfend an Rauhheiten, die in Gletscherabbrüchen entstehen. 3) Die Blaublätterstruktur, die Schieferung des Gletschers, die sich durch verschieden dunkelblaue Lagen zu erkennen gibt, welche vermöge ihres verschiedenen Grades von Rauhigkeit mehr oder weniger oberflächlich beschmutzt erscheinen und daher auch oberflächliche Schmutzbänder erzeugen können. 4) Die weißen Blätter, wulstförmige Erhebungen weißen Eises, die sich auf Gletscherstürze zurückführen, deren Spalten im Winter mit Schnee erfüllt worden sind. Besonders ausführlich wird bei Punkt 3) verweilt und dargethan, daß die Blaublätterstruktur von der Schichtung wesentlich verschieden ist, weil sie hier und da zusammen mit Schichtung vorkommt, sich ferner bei regenerierten Gletschern findet, weil sie nicht überall von Anfang an bei den Gletschern vorhanden ist und sich gewöhnlich erst bei Verengerungen des Gletscherbettes einstellt, endlich weil gelegentlich gekreuzte Bänderstruktur vorkommt.

Abschnitt IV: Die Bewegung der Gletscher, bringt eine Fülle zum Teil neuer Angaben und Ansichten. Zunächst werden die Thatsachen der Gletscherbewegung geschildert, welche teils in einem Gleiten des Eisstroms längs seiner Ufer, teils in einem Fließen seiner Masse bestehen. Durch zahlreiche Angaben werden Geschwindigkeiten der Gletscher, ferner die Zunahme der Geschwindigkeit vom Rande nach der Mitte des Eisstromes belegt und ausgesprochen, daß die Geschwindigkeiten von Rand und Mittenpunkten am meisten im Sommer verschieden sind, wo zudem die Geschwindigkeit des Gletschers am größten ist. Weiter wird dargethan, daß, wenn die Gefällsverhältnisse seines Bettes nicht das Gegenteil bedingen, die Geschwindigkeit des Gletschers thalabwärts abnimmt. Kurze Erwähnung finden sodann die Thatsachen der Transversalbewegung und der Bewegung in der Tiefe des Gletschers, und gelegentlich der »Migration du centre« wird ausgesprochen, daß die schnellste Gletscherbewegung ganz analog dem Stromstriche eines Flusses in Windungen verläuft, welche stärker gekrümmt als das Gletscherbett und etwas thalabwärts gegenüber denen des letzteren verschoben sind. Damit ist bereits ein Teil der Beziehungen zwischen Gletscherbewegung und Gletscherbett angedeutet, worauf sofort der Einfluß der Böschung des Untergrundes und der Breite des Gletscherbettes erörtert wird. Die hier ausgesprochenen Sätze sind von großer Tragweite: Für die Gletscherbewegung ist weder die Neigung der Oberfläche des Eisstromes, noch die seines Bettes allein maßgeblich, sondern das konstante Gefäll der die Schwer-

punkte aller Gletscherprofile verbindenden Linie. Demzufolge kann sich die Gletschersohle aufwärts bewegen, ebenso wie es auch örtlich, z. B. am Gorner Gletscher, die Eisoberfläche thun kann, und im allgemeinen wird durch die Ablation bewirkt, daß sich der Gletscher über Böschungen bewegt, auf welchen er ohne Abschmelzung stille stehen müßte, weil durch die Ablation die Oberfläche des Gletscherprofiles und damit die Höhe dessen Schwerpunktes stetig erniedrigt wird. Sodann wird ausgeführt, daß die Geschwindigkeiten gleich gelegener Eisströme proportional den Flächen ihrer Querschnitte sind, daß Verengerungen des Bettes ein und desselben Gletschers dessen Geschwindigkeit steigern. Die Konsequenz hiervon ist die rasche Bewegung aller Gletscher in Thalengen, ferner die schnelle Bewegung aller großen und somit auch der eiszeitlichen Gletscher infolge der »Kondensation des Querschnittes«. Die Geschwindigkeit ein und derselben Stelle eines Gletschers wechselt mit den Jahreszeiten. Aus den spärlichen vorhandenen Beobachtungen läßt sich entnehmen, daß dieser Einfluß bei großen Gletschern weit unbeträchtlicher als bei kleinen ist, und bei steilem Bette geringer als bei sanftgeneigtem. Die Bewegung erfolgt in kleinen Zeiträumen gleichförmig, nicht ruckweise oder gelegentlich rückläufig. Die dies letztere ergebenden Messungen von Klocke und Pfaff werden als nicht hinreichend fundiert angesehen. In größeren Zeiten wechselt allerdings aus noch zu erörternden Gründen die Geschwindigkeit ein und derselben Gletscherstelle. Auch der Firn ist in wenn auch langsamer Bewegung begriffen. Zu dieser inneren Bewegung gesellt sich noch das Gleiten der Gletscherzunge über den Felsgrund. Aus allen diesen Thatsachen wird geschlossen, daß die Gletcherbewegung in ihrer Gesamtheit dem Fließen eines Flusses entspricht, woraus erhellt, daß der Gletscher keine starr verbundene, sondern eine innerlich verschiebbare Masse ist. Der Gletscher ist eine schwerflüssige, und zwar keine zähflüssige, viscose, sondern eine dickflüssige Masse, die sich gegenüber dem Drucke plastisch verhält, bei Zug aber zerreißt.

Mit Hilfe dieses durchaus neuen Gesichtspunktes werden die strukturellen Eigentümlichkeiten der Gletscher, Spalten und Blaublätterstruktur erklärt. Erstere sind Folge des Zuges, letztere ist Konsequenz des Druckes. Indem der gesamte Gletscher abwärts fließt und zwar in der Mitte rascher als an den Ufern, wird eine ebene Querschnittfläche nach und nach zu einem Paraboloid von ganz bedeutend größerer Oberfläche. Seine einzelnen Teile werden auseinandergezogen, bis sie reißen. So entstehen senkrecht zur Bewegungskurve eines Gletschers als naturgemäße Folgen seiner Bewegung die Randspalten, während Querspalten dann aufreißen, wenn ein Gletscher über einen Buckel hinweggeht und dabei gezwungen wird, seine Oberfläche auszudehnen; Längsspalten treten endlich da auf, wo sich das Gletscherbett erweitert und zur Longitudinalbewegung sich eine transversale gesellt. Die Randkluft der Firnmulde endlich muß zwischen Firn und Fels notwendigerweise aufreißen, da der Firn sich stetig setzt. Die Blaublätterstrukturen des Gletschers sind Schieferungserscheinungen, die mit Tyndall in Randstruktur und Querstruktur geteilt werden. Erstere entspricht den Bewegungskurven des Eises, letztere stellt sich bei Verengerungen des Gletscherbettes ein.

Abschnitt V handelt von der Auflösung der Gletscher. Dieselbe erfolgt durch Abschmelzung von oben und unten, durch innere Schmelzung und in besonderen Fällen durch Eisbergbildung. Die Abschmelzung von oben oder Ablation ist an der Firngrenze gleich dem Betrage des jährlichen Zuwachses, also gleich 2—2,5 m, und ihre Höhe nimmt nach dem Gletscherende hin zu, wo sie im Mittel 3—3,5 m jährlich beträgt. Sie ist abhängig von der Dauer des Tages, der Witterung und den Jahreszeiten, sie zeigt Veränderungen nach Jahrgängen sowie nach örtlichen Verhältnissen, sie wird gehemmt durch massenhafte Schuttbedeckung, gefördert hingegen durch feinkörnige Materialien, welche einschmelzen, während große Trümmer zu Bildung von Gletschertischen führen, welche jährlich gewöhnlich einmal »tischen«, d. h. nach der Sonnenseite zusammenbrechen und somit eine geringe, selbständige Bewegung von Blöcken auf dem Eise nach der Mittagsseite bedingen, auf welche E. Collomb zuerst die Aufmerksamkeit lenkte. Im Eise eingefrorene Trümmer werden durch die Ablation bloßgelegt, sie wirken in 1—2 m Tiefe unter der Oberfläche schmelzend auf ihre Umgebung. Die bei der Ablation gebildeten Wasser rinnen auf der Gletscheroberfläche, bis sie in irgend eine Spalte stürzen, wo sie häufig zur Bildung von Gletschermühlen führen, die sich natürlich mit dem Gletscher bewegen, die es aber lieben, an bestimmten Stellen aufzutreten, welche durch Spaltenbildung ausgezeichnet sind; im Herbste ist die Gletscheroberfläche am meisten durch die Ablation zerfressen, im Frühjahre erscheint sie wieder voller, weil der Winterschnee einerseits die gebildeten Vertiefungen ausfüllt, anderseits weil möglicherweise das Eis, nachdem seine Haarspältchen im Frühjahre voll Wasser gesogen sind, aufgequollen ist. Sonnenstrahlen, Luft und Regen sind die Einzelfaktoren der Ablation; die Wirkung der Luft erscheint deswegen als sehr beträchtlich, weil der Gletscher kondensierend auf die Luftfeuchtigkeit wirkt. Aus jedem Gramm Tau, welcher sich an der Gletscheroberfläche niederschlägt, wird so viel Wärme frei, daß 7 g Eis geschmolzen werden können.

Die Abschmelzung von unten erfolgt durch Wasserrinnsale, durch Luftzirkulation, durch Quellwasser und durch die Erdwärme. Der Einfluß der letzteren wird namentlich betont, indem hervorgehoben wird, daß mächtige Gletscher auch in den unter 0^0 warmen Regionen die Temperatur ihrer Sohle konstant auf 0^0 erhalten. Das winterliche Schwinden der Gletscher ist im wesentlichen durch die Erdwärme bedingt. Die innere Schmelzung endlich wird durch die in das Eis einsickernden, über 0^0 warmen Wasser, die in den Kapillaren zirkulierende Luft und infolge von Verflüssigung durch Druck bewirkt. Das Resultat der Schmelzung des Gletschers ist der Gletscherbach, welcher mit der Tages- und Jahreszeit und Witterung schwankt. Während bei kleinen Gletschern der Bach oft nachts zu fließen aufhört, erreicht er bei großen Gletschern manchmal erst nachts seinen höchsten Stand. Der Einfluß der Witterung gibt sich bei großen Gletschern oft nur verspätet zu erkennen, im Winter hören die Bäche selbst von kleinen Gletschern nicht auf zu fließen, was für die Ötzthaler Ferner besonders bestätigt werden kann. Bei kleinen Gletschern ist der Gletscherbach weit größeren jahreszeitlichen Schwank-

ungen unterworfen als bei großen; die Gletscherströme des grönländischen Binneneises lassen kaum noch den Wechsel der Jahreszeiten erkennen. Allmähliche Aussickerung des im Sommer aufgespeicherten Wasservorrates, Quellen, innere Schmelzung und Erdwärme bedingen mehr oder weniger vereint das winterliche Fließen des Baches. Manche Gletscherbäche zeigen örtliche Perioden, die zum Teil durch das Auslaufen von kleinen auf oder unter dem Eise aufgestauten Seen, oder wie Ref. bemerkt durch das Auslaufen von echten Eisseen, wie solches regelmäßig mit dem Bache des Gurgler Gletschers erfolgt, zu erklären sind. An dieser Stelle finden auch die Anschwellungsperioden der vom Puntaiglasgletscher kommenden Ferrera Erwähnung; dieser Gletscher ruht möglicherweise auf einem See auf, der sich plötzlich entleert.

Nachdem schließlich noch das selbst in den Alpen schwankende Verhältnis zwischen Firn und eigentlicher Gletscherfläche besprochen worden ist, wendet sich Heim zur Auflösung polarer Gletscher durch Eisbergbildung, dabei zugleich eine sehr lehrreiche Schilderung des polaren Treibeises gewährend. Er betont nachdrücklich die Bildung des Feldeises durch Gefrieren des Meeres und führt nach Weyprecht aus, daß in den arktischen Gebieten die Dicke der Feldeises, falls nicht gerade eine Überschiebung von dessen Schollen vorkommt, begrenzt ist, behauptet aber, daß in den antarktischen Meeren das Feldeis ungemein mächtig werden könne, und erklärt die von Ross gefundene Eismauer sowie die gelegentlich 50 m mächtigen antarktischen Eisberge »Floebergs« für Feldeis, hält aber weitere Untersuchungen über deren Beschaffenheit für nötig. Neben dem Feld- und Packeis gibt es echtes Gletschertreibeis, das »Storis« der Dänen, welches spezifisch schwerer als das Feldeis ist; dasselbe entsteht durch das »Kalben« der Gletscher. Während Rink, Hammer und Helland des Kalben auf ein Zerbrechen des zum Schwimmen gekommenen Gletschers zurückführen, hat Steenstrup ausgesprochen, daß das Kalben bereits dort eintritt, wo der Gletscher noch nicht als solcher schwimmt, wo aber durch das Losbrechen beträchtlicher Massen von der über das Meer aufragenden Gletscherstirn Schollen derselben plötzlich erleichtert werden und dadurch zum Schwimmen kommen.

Abschnitt VI, die Theorie der Gletscherbewegung, ist als das Glanzkapitel des Heim'schen Werkes zu bezeichnen; hier gesellt sich zu einer äußerst fleißigen Kompilation eine Menge neuen Materials und in ruhiger überzeugender Weise wird Kritik an den zahlreichen Gletschertheorien geübt. Als Einleitung dient eine Schilderung der physikalischen Eigenschaften des Eises, der Verflüssigung durch Druck, der Regelation, Härte, Zug- und Druckfestigkeit des Eises. Daran anknüpfend folgt ein Exkurs über die noch wenig bekannte Temperatur im Innern des Gletschers, und wird behauptet, daß dieselbe bei großen Gletschern im allgemeinen 0° Sommer und Winter über infolge des Einflusses der Erdwärme betrage. Sodann werden die verschiedenen Theorien der fließenden Gletscherbewegung gruppiert in solche, welche wesentlich andere treibende Kräfte als die Schwere, und solche, welche bloß die Schwere des Gletschers als Motor annehmen. Zu den ersteren Theorien gehört die Dilatationstheorie von Scheuchzer und J. de Charpentier; eingewendet wird gegen die-

selbe, daß die durch das Gefrieren erzeugte Volumenvergrößerung der Haarspältchen nur eine minimale sei, daß ein Einfluß der Kälte bis in die tiefsten Lagen des Eises nicht bewiesen und daß endlich die tägliche Gletscherbewegung und das Fließen des gesamten Eisstromes nicht mit den Konsequenzen der Theorie vereinbar seien.

Die von Hugi aufgestellte und neuerdings von Forel wieder in den Vordergrund gebrachte thermische Theorie, welche die Gletscherbewegung auf das Wachsen des Gletscherkornes durch das Anfrieren der Ablationswässer zurückführt, gehört gleichfalls zur ersteren Gruppe von Theorien, und sie erfährt ebenfalls eine gründliche Widerlegung. Gegenüber den Ausführungen Forel's, nach welchen jährlich eine 4,5 m mächtige Wasserschicht, die zur Hälfte der Ablation, zur Hälfte der Taubildung zu danken wäre, in den Gletscher eindringt und durch Gefrieren zum Wachstum der Körner verwendet wird, wird betont, daß die Bewegungsverhältnisse der großen und kleinen Gletscher in den verschiedenen Jahreszeiten andere seien, als nach der Theorie erwartet werden müsse, daß ferner, wenn die Ursache der Bewegung im Kornwachstum erblickt werde, sich auch eine bisher nicht beobachtete Quellung der Gletscher ergeben müsse, daß endlich, wenn die Größe des Kornes proportional seinem Alter wäre, dieselbe in der Mitte geringer als am Rande des Gletschers sein müßte, was der Beobachtung widerspricht. Schließlich wird durch eine mehrfach zu Gunsten Forel's modifizierte Berechnung zu zeigen versucht, daß die Bewegung großer Gletscher eine unerhörte Höhe der Ablation erfordere. Referent fügt dem hinzu, daß Forel's Theorie nur die Bewegung des Gletschers, nicht auch die der Firnmassen und des Firneises zu erklären im stande ist. An dieser Stelle findet auch die Ansicht von Canon Moseley, welche die bewegende Kraft in der wechselnden Ausdehnung und Zusammenziehung des Eises infolge des Temperaturwechsels unter dem Einflusse der Schwere sieht, eine kurze Abfertigung.

Sich zu denjenigen Theorien wendend, welche in der Schwere allein die Bewegungsursache des Eises erblicken, weist Heim zunächst den Einwurf von Moseley betreffs der Höhe des inneren Widerstandes, den das Eis einem Abscheren entgegensetzt, zurück, und dann auf die einzelnen Theorien selbst eingehend bemerkt er, daß die Ansicht Croll's, welche die Bewegung auf eine zeitweilige Verflüssigung des Eises durch Sonnenwärme zurückführt, deswegen unstatthaft sei, weil ein tiefes Eindringen der Sonnenwärme in den Gletscher nicht nachweisbar ist; im Gegensatze zu Tyndall hingegen ist Heim aber geneigt, mit J. Thomson in der vorübergehenden Verflüssigung des Eises durch Druck einen nicht unwesentlichen Faktor der Gletscherbewegung zu erkennen. Nun geht Heim auf diejenigen Theorien ein, welche die Gletscherbewegung auf die Plastizität des Eises zurückführen. Es werden die Untersuchungen von Pfaff referiert, welche eine bruchlose plastische Umformung darthun, dann aber ausgesprochen, daß neben der Plastizität des einzelnen Eisstückes die Kornstruktur die Plastizität der ganzen Gletschermasse und damit ihr Fließen bedinge, indem aus eigenen Experimenten und denen von Tyndall, Helmholtz und Tresca hergeleitet wird, daß gleichmäßig kompaktes Eis unter hohem Drucke eine Kornstruktur erhält, daß dagegen bereits körniges Eis unter

Benutzung seiner Struktur umgeformt wird, indem sich die einzelnen Körner gegeneinander verschieben. Es findet also eine Umformung mit Bruch im Gletscher statt, die einzelnen Körner desselben gleiten nebeneinander vorwärts. Unter Zugrundelegung dieser Theorie werden die jahreszeitlichen Geschwindigkeitsperioden erklärt: im Winter, wo die einzelnen Körner fest aneinandergefroren sind, findet die Bewegung größere Widerstände als im Sommer, wo sich zwischen ihnen Wasser befindet, zudem ist die plastische Umformbarkeit ohne Bruch in der Kälte geringer als bei 0^0. Die Geschwindigkeitsabnahme thalauswärts findet eine wie es scheint zu kurze Erörterung. Forel's Ansicht innerer Ablation durch Schmelzung wird zwar zurückgewiesen, die von J. Thomson und Tyndall angenommene innere Ablation durch Druck sowie Ed. Richter's Meinung einer Zusammendrückbarkeit des Eises werden hingegen theilweise adoptiert, die dem Referenten aber als Hauptpunkt erscheinende Thatsache der fortwährenden Querschnittminderung durch Ablation wird hier nur kurz erwähnt und die Gefällsminderung normaler Thäler überhaupt nicht als beeinflussender Faktor in Frage gezogen, obwohl namentlich das letztere Element eine entschiedene Verlangsamung des Fließens thalabwärts bedingt. Das Wachsen des Gletscherkornes wird mit Hilfe der dargelegten Theorie befriedigend durch Zusammenwachsen optisch gleich gestellter Körnchen erklärt, was durch neue Experimente bekräftigt wird. Zum Schluß endlich wird auf die Theorie gleitender Gletscherbewegung eingegangen. Ein Gleiten des Gletschers wird durch die Abschleifung seiner Unterlage angezeigt, es ist das einfache Resultat der Schwere, denn das Eis gleitet nach Merian's Experimenten selbst über Unterlagen von $0^0 40'$ Neigung. Der Ansicht aber, daß dies Gleiten bei kleinen Gletschern im Winter bedeutend geringer sei als im Sommer, widersprechen Beobachtungen, welche der Referent im Ötzthale anstellen konnte. Dort hatte sich der kleine Rofenkargletscher im Winter über seine Endmoräne hinweggeschoben und ragte nun in einzelnen Schollen über dieselbe über; die Unterseite dieser von der Ablation unbeeinflußten Schollen war geschrammt und gefurcht wie ein Spiegelbild eines Gletscherschliffes und man konnte mehrere Meter lange Schrammen verfolgen. Gewiß war also der Glet-Gletscher, welcher nur wenig unter die Firnlinie herabsteigt, nicht mit dem Boden fest verfroren gewesen. Es erhellt aus alle den gemachten Angaben, daß Heim den schwierigen Gegenstand über die Bewegung der Gletscher in seiner Gletscherkunde entschieden fördert, und zwar sowohl durch eine umsichtige Kritik als auch durch neue Ideen und neue Beobachtungen: dem Autor der Lehre von der Plastizität der Gesteine kommen vielfach Anschauungen über die Umformung starrer Materialien, welche er anderweitig gewann, zu gute, und indem er beim Fließen eines Körpers weniger an die liquide Beweglichkeit desselben denkt, sondern darunter die Summe der Bewegungen kleiner und kleinster Teilchen versteht, steht er dem spröden Eise weniger befangen gegenüber als ein Hydrotechniker.

München. Dr. Albrecht Penck.

(Schluß folgt.)

Litteratur und Kritik.

Über die Entwickelung des Weltalls und den ewigen Kreislauf der Materie. Von L. ZEHNDER. Basel 1885. (Kosmos 1885, I. S. 28.)

Seit KANT in dem II. Teile seiner »Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels« die scharfsinnige Nebularhypothese und die Vorstellung einer von Anfang der Dinge her herrschenden perpetuierlichen Fortbildung in den Himmelsräumen, im speziellen die Hypothese der Sonnen- und Planetenerzeugung aus kosmischem Nebel niedergelegt hat, sind später wiederholt Beiträge zur weiteren Ausbildung dieser Hypothese, namentlich von HERSCHEL, LAPLACE und v. HELMHOLTZ geliefert worden. Ein wichtiger Fortschritt von den Voraussetzungen des großen Königsberger Philosophen zu denen von LAPLACE besteht in folgendem. Während KANT die Erklärung der gemeinsamen Revolution unseres Planetensystems von West nach Ost allein in der Umbildung und den durch die Konzentration der Massen herbeigeführten Zusammenstößen zu finden glaubte, ging LAPLACE, welcher in bestimmterer Weise den gemeinsamen Ursprung des Planetensystems in den drei der Sonne, allen Planeten und Satelliten zukommenden Eigenschaften, nämlich der Revolution und Rotation von West nach Ost [1], der geringen Exzentrizität und den kleinen Neigungen der Bahnen gegen die unveränderliche Ebene erkannte, auf Grund bekannter Theoreme der analytischen Mechanik im Gegensatze zu KANT's Ansichten von der Annahme aus, daß die gleichsinnige Revolutionsbewegung in dem Sonnensysteme a priori vorhanden gewesen sein müsse. Die gleichsinnige Rotation innerhalb der planetarischen Systeme mußte bei der in späteren Perioden der Entwickelung erfolgenden Ablösung von dem Zentralkörper sich alsdann aus mathematisch-physikalischen Gründen ebenfalls naturgemäß ergeben.

In der vorliegenden Schrift werden nun von ihrem Verfasser, Herrn L. ZEHNDER, die vorerwähnten Arten der Entstehung der Revolution und Rotation sowohl nach der KANT'schen als nach der LAPLACE'schen Auffassung gänzlich verworfen, letztere jedoch mit Unrecht, wie weiter unten gezeigt werden soll. Genau genommen steht der Verf. noch mit einem Fuße auf dem Boden der KANT'schen Vorstellungen, indem er in einer zwar mehr durchsichtigen Weise und strenger physikalischer Sprache, als sie KANT über diese Materie zugemutet werden konnte, den möglichen Umgestaltungsprozeß schildert, aber denselben Fehler begeht, welchen

[1] Letztere mit alleiniger Ausnahme des Uranus und seiner Satelliten.

Laplace durch sein Axiom von der ursprünglich schon vorhandenen gemeinsamen Revolutionsbewegung der hypothetischen Nebelmasse korrigiert hatte. Wenn man nämlich mit den Vertretern der modernen Nebularhypothese von der Annahme der uranfänglichen Existenz eines sehr fein verteilten kosmischen Nebels von beliebiger Gestalt, ohne irgend welche distinkte Attraktionszentra und ohne irgend eine absolute oder relative Bewegung der Teilchen gegen- und umeinander ausgeht und nun die Wirkung der allgemeinen Gravitation beginnend denkt, so ist es absolut unmöglich, aus der Aufeinanderfolge der Umgestaltungen eines solchen Systems für den finalen Zustand, etwa der Gegenwart, eine gemeinsame gleichsinnige Revolutionsbewegung und eine gleichsinnige Rotation seiner Partialsysteme herzuleiten, und zwar wegen des bekannten Prinzips von der Erhaltung der Flächen, welches folgendermaßen lautet:

Wenn die Punkte eines freien Systems nur ihren gegenseitigen Wirkungen unterworfen sind, auch wenn allmähliche oder plötzliche Veränderungen innerhalb des Systems vor sich gehen, wie z. B. Änderungen der Aggregatzustände, Zusammenstöße, Explosionen u. dgl., die immer von Kräften herrühren, welche zu zweien gleich und entgegengesetzt sind, ja selbst wenn das Gesetz der Anziehung der Materie ein anderes werden sollte, so ist die algebraische Summe der Projektionen der Flächen, welche von den Radii-vectores aller Punkte, multipliziert mit den Maßen der Punkte beschrieben werden, bezüglich der auf der Zentralachse senkrecht stehenden, von Laplace sogenannten unveränderlichen Ebene der Zeit proportional, d. h. in gleichen Zeiten konstant. Diese Summe läßt sich ausdrücken durch die Energie

$$E = {}^1/_2 \int r^2 \, dm \, d\omega.$$

Wenn also auf Grund unserer Beobachtungen diese Flächensumme und Energie innerhalb des uns bekannten Planetensystems gegenwärtig einen berechenbaren, endlichen, positiven Wert hat, so widerstreitet diesem aufs einleuchtendste die Voraussetzung einer anfänglichen Energie vom Werte Null; und dieses ist die alleinige, wissenschaftlich begründete Motive, welche Laplace leitete, eine Revolutionsbewegung a priori anzunehmen. Da nun auch die Rotation der Sonne, der Planeten und ihrer Satelliten mit der Revolution des Sonnensystems gleichsinnig ist, so würde dieselbe selbst dann noch wiewohl von geringerer Energie bestehen bleiben, wenn die Planeten in ihrem Kreislaufe durch gleiche und entgegengesetzte lebendige Kräfte plötzlich gehemmt, ihre Schwerpunkte mit dem der Sonne zu einem starren Systeme verbunden und nur die Rotationsbewegungen als in Aktion verharrend gedacht würden. Die Flächensumme bleibt auch dann noch positiv, woraus nunmehr folgt, daß die erste Ursache aller Rotationsbewegung außerhalb unseres Sonnensystems zu suchen ist und zwar in einem zweiten oder in mehreren anderen Systemen, deren Flächensumme ebenso groß, aber negativ ist.

Damit dürfte denn auch die Vergeblichkeit des neuen Versuches, auf dem von Kant betretenen Wege die gemeinsamen und gleichsinnigen Rotationen des Sonnensystems aus seinem eigenen Gestaltungsprozeß zu

erklären, wohl in überzeugendster Weise dargethan sein. Der Gedankengang des Herrn ZEHNDER kann nur führen zu einer großen Anzahl von Rotationsbewegungen, von denen der eine Teil bezüglich der durch den Schwerpunkt des Systems gehenden Zentralachse eine positive, der übrige eine ebenso große negative Flächensumme und Energie hat. Denkt man sich also in dem finalen Zustande alle Punkte des Systems zu einem starren, sonst aber freien verbunden, so muß die gemeinsame Rotationsgeschwindigkeit wieder gleich Null sein, was in Wirklichkeit ja nicht der Fall ist. Es bleibt Herrn ZEHNDER also nichts übrig, als den Beweis zu führen, daß die Flächensumme aller übrigen noch unbekannten Planeten eine ebenso große, aber negative ist, worauf er wohl verzichten wird.

Ganz denselben Erfolg würde natürlich auch das vom Verf. am Schlusse seiner Abhandlung vorgeschlagene physikalische Experiment haben. Wenn dasselbe aber mit der Theorie in Übereinstimmung gebracht werden soll, so muß das System mit Einschluß aller wirkenden Kräfte und Massen zu einem freien gemacht werden, d. h. das Experiment muß im leeren Weltenraume, etwa in einem rundum geschlossenen, aber in absoluter Ruhe befindlichen Gebäude angestellt werden. In diesem Raume können die tollsten Kapriolen ausgeführt, es können Massen bewegt und gegen einander geworfen, Pistolen abgefeuert, ja Bomben geworfen werden, wenn nur die Kugeln im Gebäude bleiben — das Endresultat wird immer nur Stillstand des Gebäudes sein, es wird weder rotieren, noch sich überhaupt von seiner Stelle bewegen. Wir bezweifeln, daß sich allen Ernstes jemand, der der physikalischen Gesetze nicht völlig unkundig ist, veranlaßt finden sollte, sich durch Ausführung der vom Verf. proponierten Versuche von der Richtigkeit seiner oder unserer Auseinandersetzungen zu überzeugen. Wir glaubten aber unsere Bedenken über die Ansichten des Verf. dem Publikum um so weniger vorenthalten zu dürfen, als die in Rede stehende Abhandlung insofern in nicht anspruchsloser Weise ans Licht tritt, als sie auch an wissenschaftliche Korporationen eingesandt worden ist.

Rostock. LUDWIG MATTHIESSEN.

Der lebenden Wesen Ursprung und Fortdauer nach Glauben und Wissen aller Zeiten sowie nach eigenen Forschungen. Von Prof. Dr. C. JESSEN. Berlin 1885. 334 S.

Da diese Zeitschrift es sich zur Aufgabe gemacht hat, alles zu registrieren, was für, was gegen den Darwinismus geschrieben wird, so ist es wohl gerechtfertigt, in Kürze Kunde zu geben, wie sich der Verfasser des genannten Buches zu demselben stellt.

In Kap. I betont derselbe, daß in unseren Tagen der Versuch DARWIN's und seiner Anhänger, den Ursprung der lebenden Wesen in einer neuen, sogenannten Deszendenztheorie systematisch nachzuweisen, die weitesten Kreise erregt habe. Der eine sehe in ihm eine Leuchte, ja einen Wendepunkt der Wissenschaft, der andere ein Irrlicht, eine Gefährdung der Wahrheit und des Glaubens, eine Verführung der Welt. Mit und ohne Prüfung werde hier geglaubt und dort verworfen, nicht mit Ruhe wie eine Frage der Wissenschaft, nein, mit der Begeisterung der

Phantasie und dem Eifer des Glaubens werde die neue Lehre hier in den Himmel erhoben, dort herabgezogen, ganz ebenso wie das seit mehr als dreitausend Jahren so vielen neuen Ansichten, Behauptungen und Theorien geschehen sei.

Nachdem er in den darauffolgenden Kapiteln gezeigt, wie man das auf sicheren Erkenntnissen beruhende Wissen bestimmt unterscheiden müsse von dem Glauben, Meinen und Vermuten, wozu auch die Hypothese des Gelehrten gehöre, und wie im Laufe der Zeit das, was die Naturphilosophie zu verschiedenen Malen ausgeklügelt, von der streng richtenden Wissenschaft durch lange Reihen gewissenhafter Beobachtungen und anhaltendes allseitiges Überdenken verworfen worden sei, wobei ziemlich oft auf Darwin's und Häckel's Hypothesen hingewiesen wird, behandelt er in Kap. IX „Erblichkeit und Lebensatome“. In unserm Jahrhundert, führt der Verf. aus, habe man, genötigt durch die Fortschritte der Mikroskopie, an die Stelle der Monaden die Zellen gestellt und darum spreche man jetzt von Zellenkomplexen und Zellenkolonien, ja bezeichne die Zellen als die eigentlichen Individuen in der Natur. Das sei aber ein Gedanke, genau so logisch, als wollte man jedes Wort unserer Sprache ein Individuum und die menschliche Vernunft eine Wortkolonie nennen. Er bespricht die Theorien von Maupertuis und Buffon von der Wanderung einzelner Moleküle aus jedem Körperteile in die Fortpflanzungsorgane, um sich dort zu einer kleinen Nachbildung des ganzen Körpers zu gestalten, wobei jedes Molekül den Körperteil repräsentieran sollte, aus dem es herstammte, die Benutzung desselben seitens Bonnet, um das Auswachsen durchschnittener niederer Tiere zu einem vollständigen Tiere zu erklären, die Ideen der vorzugsweise durch Oken zum Ausdruck gekommenen deutschen Naturphilosophie, die ihm nichts sind als ein erbärmliches Zerrbild der gewaltigen mechanischen Entdeckungen und der mechanischen Naturanschauung, welche seit 2 Jahrhunderten in die Entwickelung der abendländischen Menschheit eingegriffen hatte, und kommt sodann auf Darwin's Pangenesis zu sprechen. Sie ist ihm nur eine Verquickung von Buffon's Molekülen und Bonnet's Keimen, die die Vererbung erklären soll, aber nichts erklärt, da einmal dieselben von niemand nachgewiesen sind und das anderemal feststeht, daß nur Flüssigkeiten von Zelle zu Zelle infolge der Osmose durch die Wandungen hindurchtreten, und zwar nie unverändert. Was nun aber Häckel's Perigenesis der Plastidule anbetrifft, so biete sie nicht wissenschaftliche Beweise, sondern etwas, was man glauben solle. In betreff der Lebenseigenschaften, welche den Eiweißmolekülen angehören sollen, bemerkt er, daß nur Häckel sie kenne. Die Eiweißstoffe der organischen Welt würden ja aus den in die Zellen aufgenommenen organischen Nahrungsstoffen von den Gewächsen gebildet, aber nicht für sich allein, sondern zugleich mit vielen anderen Stoffen, welche mit dem Eiweiß auf gleicher Stufe der Unentbehrlichkeit für die Körperbildung stünden. Die Tiere nähmen ihr Eiweiß aus den Gewächsen auf, indem die Pflanzenfresser es direkt aus den verzehrten Pflanzenteilen auslaugten, den Zellstoff aber wieder ausstießen, die Fleischfresser es aber erhielten, indem sie Pflanzenfresser verzehrten. Tiere vermöchten laut der Chemie der Neuzeit Eiweiß in sich nicht zu bereiten, Häckel müsse daher annehmen, daß die Gewächse die Lebenseigenschaften der Tiere fabrizierten, was er selbst gewiß am lebhaftesten für Unsinn erklären werde, denn das Gewächsreich und das Tierreich seien ihm ja zwei auseinander tretende Zweige seines Protistenreiches. Damit wäre von vornherein seine Hypothese ins Absurde verwiesen. Zugleich verliere seine oft ausgesprochene Annahme, daß durch Urzeugung ein Eiweißklümpchen erstehen könnte, jede wissenschaftliche Wahrscheinlichkeit. Wenn Häckel seine alte Kohlenstofftheorie in diese neue auswachsen lasse, so sei es mit seinem Systeme des Lebens durch Atomseelen völlig aus; seine erste Theorie: die Lebenskraft im Kohlenstoffe, sei hinfällig geworden durch die zweite Theorie: die Lebenskräfte des Eiweißmoleküls; diese aber wiederum vernichtet durch die dritte Theorie: die Willenskraft jedes anorganischen Atoms. Dabei sei die Ausnahmestellung des Eiweißes ohne alle Begründung. Brächte der Kohlenstoff das Gedächtnis mit in die Verbindung, dann müßte jede Kohlenstoffverbindung Gedächtnis haben. Wenn Häckel nicht zu sagen vermöge, wer die Millionen von lustigen, begierigen und willenskräftigen Eiweißmolekülen so kommandiert und aufstellt, daß sie wirklich einen Pflanzen- oder Tierkörper bilden, so sei auch ihm die Körperbildung ein Wunder, vor dem auch sein kleiner Menschengeist Halt machen müsse.

. In dem Kap. X, überschrieben: „Art und Bastard“, bespricht JESSEN zunächst, was LINNÉ als Art und Abart aufgefaßt, wie in neuerer Zeit es Mode geworden, zweifelhafte Zwischenformen ohne weitere Untersuchung oder Kulturversuche als Bastarde zu beschreiben, wie die Darwinisten die Bastardmacherei betrieben, während sie die Speziesmacherei verspotteten. Dann fährt er fort, daß den neueren Behauptungen über die Fortpflanzung, daß Bastarde ihre Form als Rasse vollkommen fruchtbar fortpflanzen und erhalten könnten, daß Abarten derselben Arten untereinander fruchtbar wären, wichtige Thatsachen gegenüberständen. HÄCKEL habe als Stützen des Darwinismus mit unbegreiflicher Leichtfertigkeit, ohne alle wissenschaftliche Prüfung, Erzählungen von Paarungen zwischen Tieren verschiedener Arten in seine Werke aufgenommen, später aber bis auf zwei wieder zurückgenommen, wozu komme, daß sich die Leporidenzucht als Schwindel erwiesen und daß die Bockschafe richtige Schafe seien, also keine der sichersten Stützen mehr übrig bliebe. Erst wenn es den Darwinisten gelungen sein werde, durch Kreuzung von Apfel und Birne u. s. w. fruchtbare Bastarde zu erzielen, würden sie ein Recht haben, von Unbeständigkeit der Arten zu sprechen.

Nachdem der Verf. in Kap. XI LAMARCK's Abstammungstheorie dargestellt, wendet er sich im folgenden „DARWIN's Züchtungslehre“ zu, die er ein Erzeugnis physiologischer Unkenntnis nennt. Er tadelt besonders, daß in seinem Hauptwerke klare Darstellung, Verständnis der Meinung anderer, ein Begriff von der Tragweite gemachter Äußerungen und konsequente Anordnung fehlten. Es finde sich kein einziger bestimmter Ausspruch, alles werde eingeführt mit: „Es wäre doch möglich, es ist doch nicht unwahrscheinlich, man darf wohl vermuten“ u. s. w. Fortwährend kehre die begeisterte Erklärung wieder von den unendlich vielen Beispielen oder Beweisen, welche alle mitzuteilen gar nicht möglich wäre, trotzdem sich nicht ein Beispiel oder Beweis für irgend einen zweifelhaften finde. Er bemühe sich festzustellen, was Art und Abart sei, brächte es aber nicht fertig, weil er niemals den ursprünglichen Begriff dieser Worte bei LINNÉ aufgesucht habe, jeder Abschnitt zeige Mängel an genauer Beobachtungsgabe, an den nötigsten Vorkenntnissen, an dem Studium der Vorgänger. Auf die Erscheinungen der Tierzucht werde alles begründet, aber die Grundsätze derselben blieben unerkannt, von physiologischen Vorgängen sei fast ausschließlich die Rede, aber weder Physiologie noch Mikroskopie habe er je genügend studiert; gründliche Beobachtung werde übers Maß langwierig genannt, „ausgezeichnete“ oder die „bedeutendsten“ Botaniker und Naturforscher würden citiert, und nachher ergäbe es sich, daß es bloß Dilettanten seien. Wenn DARWIN fordere, jede Züchtung dürfe nur ein Ziel haben, so wisse der Züchter sehr wohl, daß er immer lavieren müsse zwischen der allgemeinen Verzärtelung und Schwächung, welche sich auch in Unfruchtbarkeit oder in Lebensunfähigkeit der Jungen ausspreche, und der höchsten Annäherung an sein Ziel. Treibe er Inzucht, so trete das erstere ein, weil die unnatürliche und einseitige Ernährung den ganzen Körper der Lebensunfähigkeit zuführe. DARWIN verlange daher, daß die Fortpflanzung innerhalb der Zuchtrasse nicht durch Inzucht, sondern durch Kreuzung erfolge. Der Verf. betont aber, daß dies wohl für krankhafte verzärtelte Rassen gälte, nicht aber innerhalb einer gesunden, nicht in allen ihren Gliedern zu einer gleichmäßig einseitigen Ernährung und zu dem gleichen Aufenthaltsorte gezwungenen Familie stattfinde. Die zahlreiche und völlig gesunde Nachkommenschaft, welche auf unbewohnten Inseln u. s. w. aus einem einzigen Paare von Haustieren ausgegangen, widerspreche dem, wie überhaupt die Nachkommenschaft aller lebenden Wesen. Die Darwinianer schlügen sich selbst ins Gesicht, wenn sie mit DARWIN dieser Lehre englischer Züchter vom Nachteile der Inzucht zustimmten, da ja nach ihnen alle lebenden Wesen eine Familie bildeten. Was die „Neigung zur Rückkehr“ anbetreffe, so sei sie natürlich nur Phrase, denn dieselbe zu erkennen, gebe es keine Mittel; die Idee der Anpassung und der Zucht ohne Züchter sei nichts anderes als eine alles überwältigende Phantasie, die auf der Einwirkung äußerer Zufälligkeiten die Existenz aller höheren Wesen beruhen lasse. Durch die Zuchtwahl gehe ein innerer unlösbarer Widerspruch, insofern DARWIN alle diejenigen Umänderungen nützliche nenne, welche das Individuum aus einer niederen Klasse unseres Systems in eine höhere führe, während die tägliche Erfahrung lehre, daß diese Zwecke einander widersprächen. Daß die Abänderung in Hin und Wieder unter dem ganz unberechenbaren Wechsel unbekannter äußerer Einflüsse durch

Jahrtausende eine feste Richtung verfolgen und durch Vererbung gerade in dieser Richtung festgehalten werden soll, sei wohl die größte Unwahrscheinlichkeit und Ungeheuerlichkeit, welche je in der Wissenschaft ausgesprochen sei. Die Forderung einer endlos langen Zeit mache jede Prüfung unmöglich und verdecke alle Bedenken. Nicht Millionen von Jahren brauche die Natur, um aus der Keimzelle alle Gebilde bis zum Menschen und dazu ohne alle Anpassung an äußere Zufälligkeiten und Zwischenfälle fertig zu bringen, wobei nach Annahme der Darwinisten alle Tierklassen nacheinander durchlebt würden. Daher sei es in der That die Aufgabe derselben, nicht nachzuweisen, was die Natur könne, sondern weshalb sie Millionen von Jahren darauf verwenden solle statt eines.

Es würde den Raum einer Mitteilung überschreiten, wollten wir alles weiterhin gegen den Darwinismus Gesagte andeuten. Es galt nur, den Standpunkt JESSEN's zu kennzeichnen, und läßt sich ein anderer auch in den übrigen Kapiteln (z. B. Fortpflanzung und Individuen. Urzeugung und Zellbildung. HÄCKEL's Kausalgesetz. Der Menschen Stammbaum und Normalgestalt. Physiologische Einheit der Naturbildungen. Naturschönheit und Hochzeitskleid) nicht erweisen.

Dresden. H. ENGELHARDT.

Etiketten für Schüler-Herbarien, zusammengestellt von FR. WURM, Prof. a. d. Komm.-Oberrealschule B. Leipa. Zweite vermehrte und verbesserte Aufl. Böhm.-Leipa, Joh. Künstner (1884). M. —.60.

Jedes Hilfsmittel, welches die Anlegung und vernünftige Fortführung von richtig geordneten Herbarien zu begünstigen geeignet scheint, werden wir aufrichtig willkommen heißen, bezweifeln aber, ob diese ca. 550 Etiketten solchen Zwecken wirklich förderlich sein werden. Dieselben verleiten den Schüler gar zu leicht dazu, die Pflanzen wie Briefmarken zu behandeln, d. h. sich vollkommen befriedigt zu fühlen, wenn er sie nach Anweisung des Lehrers oder eines anderen Beraters mit dem Zettel versehen und der Reihe nach zusammengestellt hat. Letzteres wird ihm noch dadurch erleichtert, daß jede Etikette außer dem lateinischen und deutschen Pflanzennamen noch links oben die LINNÉ'sche Klasse, rechts die natürliche Familie angibt, zu der die Pflanze gehört, so daß also nach beiden Systemen geordnet werden kann und nur der Fundort noch einzutragen bleibt. Gewiß eine sehr wohlgemeinte Einrichtung; aber — man darf es bekanntlich dem Menschen in der Schule wie im Leben nicht gar zu bequem machen wollen! Dazu kommt nun noch, daß der Herausgeber den in zweiter Linie von ihm genannten Hauptzweck, „der unrichtigen Schreibweise der Pflanzennamen vorzubeugen", doch nicht zu erreichen gewußt hat; wenigstens auf dem einen zufällig herausgegriffenen Bogen (deren es im ganzen fünf sind) stoßen wir auf folgende Druckfehler: ranuncoloides; Nymphae(a); Teesdalia; Cordamine; pariculata; raphanistarum; Drosera rotundifolio; Samenthau; Eringium, und fünfmal hintereinander Umbilliferen!

Ausgegeben den 15. Juli 1885.

Taf. I.






Taf. I.



Der Wert des Denkens.

Von

B. Carneri.

Die hohe Bedeutung des Denkens wird von keiner Seite bestritten; denn selbst jene, die ihm als einer Gefahr für den Glauben die geringere Achtung entgegenbringen, schreiben ihm eine hohe Macht zu, eine Macht, welche sogar die Wege der Allmacht zu durchkreuzen vermag. Es ist auch in der That die vorzüglichste Wehr und Waffe des Menschen; und nicht nur jede künstliche, sondern auch jede natürliche Wehr und Waffe verdankt dem Denken ihre Entwickelung und gelangt durch es allein zur richtigen Verwendung. Darum genügt es nicht, seinen Wert zuzugeben; es ist auch zu untersuchen, worin dieser besteht, d. h. unter welchen Bedingungen er zu einem hohen wird.

Die noch immer vertretene Ansicht: der kausale Zusammenhang zwischen der psychischen und der Gehirnthätigkeit lasse gar nicht und höchstens ein Parallelismus beider sich erweisen, hat durch die neueste Arbeit Meynert's (Psychiatrie, Wien 1884, S. 141, 145, 155 und 164) eine Aufrüttelung erhalten, die sie vielleicht zur Besinnung bringt. Es werden uns da in der anschaulichsten Weise die Nervenverbindungen dargelegt, durch welche die Bewegungen zur Auslösung gelangen. Mit Augen sehen wir, wie im Gegensatz zu den bloßen Reflexbewegungen alle bewußten Bewegungen in Zusammenhang stehen mit der Vorderhirnrinde, die den ganzen Organismus einheitlich zusammenfaßt. Jeder Punkt der Vorderhirnrinde ist mit allen Punkten derselben vereint (S. 138); sie besteht sozusagen nur aus Apparaten, in welchen sich Schlüsse vollziehen. Am frappantesten ist der Fall, in welchem eine Erscheinung von zwei Sinnesoberflächen aus zweierlei Gebiete der Hirnrinde erregt. Wenn ein Kind — dieses Beispiel hat übrigens Meynert schon im Jahre 1865 erläutert — ein Lamm sieht und es blöken hört, so associiert sich ihm das Bild des Lammes derart mit dem Ton des Blökens, indem beide Empfindungen dasselbe Nervenbündel durchziehen, daß sie ihm notwendigerweise als zusammengehörig erscheinen. Vernimmt das Kind später ein Blöken, ohne das Lamm zu sehen, weil dieses vielleicht eben im Stall ist, so wird es nach allen Seiten umblicken

und mit Bestimmtheit erwarten, das Lamm zu sehen; denn es schließt: wo es blökt, da gibt's ein Lamm. Mit Meynert's Worten: »Diese Schlußbildung ist erklärlich, wenn wir in der ursprünglichen Erregung beider Sinnesgebiete die Miterregung von Bogenfasern eingeschlossen annehmen, welche die erregten, anderseits mit Projektionsbündeln verbundenen Zellen im Seh- und Hörgebiete der Hirnrinde vereinigen. Dadurch sind beide Erinnerungsbilder associiert, und wenn das eine durch Reproduktion wieder erregt wird, so verbreitet sich diese Erregung durch die Associationsfasern auf die schon früher gleichzeitig aus dem Ruhezustande gebrachten Zellen des anderen Gebietes« (S. 141 und 142). Diese Gedankenarbeit nimmt der Organismus des Kindes vor und wir brauchen nicht erst ein besonderes Wesen vorauszusetzen, das damit im Kinde sich beschäftigt. Es ist genau derselbe Vorgang, wie ihn uns Meynert am bewußten Lidschlage (S. 145) nachweist, von welchem er an den betreffenden Nerven und Muskeln zeigt, wodurch er zu stande kommt und wieso er uns bewußt wird. Das Kind übt sich aber in diesem Schließen nicht erst vom Moment der Geburt an. Schon im Mutterleibe ist es ein zentralorganisiertes Ganzes, das verschiedene Empfindungen gleichzeitig in sich aufnimmt und auf sich bezieht, ohne sich darüber eine klare Rechenschaft geben zu müssen. Warum sollte es nicht das Gefühl und damit die wenngleich dunkle Vorstellung seines Körpers haben, der fortwährend Berührungen und Bewegungen ausgesetzt ist? Selbst die Möglichkeit, daß wir schon in diesem Stadium unserer Existenz Geschmacks- und Geruchsempfindungen, wenn nicht gar noch entwickeltere Sinneswahrnehmungen haben, ist (S. 156) nicht ausgeschlossen, und ganz gewiß beginnt schon in diesem Stadium unserer Existenz das Gefühl des ursprünglichen Ichs eines für sich seienden lebendigen Wesens (S. 162).

Meynert nennt dieses primäre Ich den Kern des Ichs, das erst sekundär aus der großen Außenwelt der Vorstellungen um diesen Kern sich krystallisiert und schließlich so sehr zum eigentlichen Ich des Individuums sich herausbildet, daß der Mensch sogar im stande ist, den ursprünglichen Kern zu opfern, das Leben hinzugeben, wenn es gilt, durch die Individualität, die er seiner Vorstellungswelt verdankt, das Wohl dieser Vorstellungswelt zu fördern. Die volle Erklärung dieser der Menschennatur auf den ersten Blick widersprechenden Thatsache findet auch Meynert in dem einem empfindenden Wesen naturgemäßen Vermeiden der größeren Unlust (S. 163); und das Bild, das er uns vom Vorstellungsapparat entwirft, stimmt ganz zu dieser treffenden Charakteristik des Individuums. Die auf mehr als eine Milliarde geschätzten Nervenkörper der Vorderhirnrinde entsprechen den höchsten Anforderungen, welche man im Interesse des Gedächtnisses an die Zentralisierung des Nervensystems stellen mag, zumal wenn an der Vorstellungsbildung Muskelgefühl und Tastsinn sowie die übrigen Sinne, die mit Ausnahme des Geruchsinnes ihre Zentren unterhalb der Rinde haben, wesentlich teilnehmen. Daß der Geruchsinn direkt mit dem Zentrum in Verbindung steht, wirft ein helles Licht auf seine wiederholt von uns hervorgehobenen, ans Fabelhafte grenzenden Gedächtnisleistungen. Mit

Recht sagt Meynert, daß das Wort »Erinnerungsbilder« nur tropisch zu nehmen sei und daß man des Ausdrucks »Erinnerungszeichen« sich zu bedienen hätte. »Die Erinnerung an das blendendste Sonnenlicht enthält nicht soviel einer Leuchtkraft vergleichbaren Inhalts, als ein Billiontel von der Leuchtkraft einer Lampyride betragen könnte; das sogenannte Erinnerungsbild des Donners der furchtbarsten Explosion enthält nichts von der Schallintensität, welche dem Billiontel des Schalles eines auf Wasser fallenden Haares gleichkäme« (S. 264).

Wie das Skelett mit den Sehnen, die Sehnen mit den Muskeln, die Muskeln mit den Nervenleitungen und diese mit der Vorderhirnrinde zusammenhängen — die sogenannten motorischen Nerven sind nicht anders geartet als die sensorischen und stehen einfach mit Bewegungsorganen in Verbindung — so hängt die Vorderhirnrinde als der eigentliche Sitz der Vorstellung »durch ein anatomisch nachweisbares und notwendiger Weise funktionell wirksames Band in allen Teilen zusammen« (S. 164). Die Einheitlichkeit des tierischen Organismus ist demnach eine vollständige und sie gibt uns ein klares Bild der Zentralisierung, durch welche eine in die Vorderhirnrinde gelangende Empfindung zur Vorstellung, d. h. zu einer Empfindung des Ganzen wird. Daß wir diese Thatsache für identisch halten mit dem ganzen Phänomen des Bewußtseins; daß wir hinter diesem nichts finden als diese Thatsache und daß wir mit ihr für unsere psychologischen und ethischen Bedürfnisse vollkommen auslangen, haben wir bereits anderwärts und wiederholt erörtert. Wir erwähnen es hier nur, um zu konstatieren, daß wir in Meynert's anatomischen und physiologischen Ausführungen — er sagt selbst, daß die Intelligenz nicht lokalisiert und die ganze Rinde ihr Zentrum ist (VIII und 137), weshalb es beim Bewußtsein nicht auf die Affektion zweier Sinne, sondern auf die Affektion der Rinde ankommt — lauter Bestätigungen unserer Anschauung erblicken, was für uns von hohem Wert ist.

Nicht weniger von hohem Wert für unsere Beurteilung des Menschen ist es, daß nach Meynert's Untersuchungen der Trieb als keine physiologische Erscheinung sich herausstellt, daß »eine Ordnung von Bewegungen, welche wir zwischen die Reflexe und die bewußten Bewegungen als Trieb setzen könnten, nicht existiert« (S. 157). Es verhält sich eben mit dem Trieb wie mit dem Willen, für den auch nirgends ein eigener Platz zu finden ist und der von dem einfachen Trieb nur dadurch sich unterscheidet, daß er von Bewußtsein begleitet wird. Das letzte, auf das alles Lebendige zurückführt, wäre somit die Empfindung, als das Reagieren auf der Stufe des Organischen; und wo das Leben durch die gegebenen Verhältnisse zu einem Ganzen sich zusammenfaßt, da wirkt es als Ganzes und bringt das zur Erscheinung, was wir Selbsterhaltungstrieb nennen. Diesen dürfen wir uns aber dann nur vorstellen als die Resultierende von Bestrebungen, welche nicht von Haus aus nach Lust verlangen, sondern erst sich ergeben aus dem Abwehren alles dessen, was für das Individuum mit Unlust verbunden ist und direkt oder indirekt seine Existenz gefährdet. Der Glückseligkeitstrieb, welcher Selbstbewußtsein voraussetzt, ist der

veredelte Selbsterhaltungstrieb, der sich nicht mehr genügt und vom bloßen Meiden der Unlust zum Suchen der Lust übergeht. Wie der einzelne Willensakt nur im Zurücktreten der schwächeren Motive gegenüber dem schließlich als das stärkste sich erweisenden liegt: so enthüllen sich die einzelnen Triebe als individuelle Reaktionen auf direkt oder indirekt äußere Reize. Als das und als nichts Weiteres wird uns am angeführten Orte der Nahrungstrieb des Kindes aufgedeckt. Das neugeborne Kind fühlt allerdings die Leere des Magens als Schmerz; aber ihm ist keine dagegen wirkende Bewegung bekannt. Die Reflexbewegung des Saugens wird durch den Reiz der ihm gebotenen Brust hervorgerufen. Würde das Kind dabei anstatt der befriedigenden Milch eine Flüssigkeit in sich aufnehmen, die noch schmerzlicher als der Hunger es afficierte, so würde es sie gleich herauswerfen und die Brust fahren lassen. Erst durch die Wahrnehmung des Erfolges kommt das Kind zu einer Vorstellung desselben und zu dem Schluß, der es zur Wiederholung des Saugens antreibt. Ebenso kommt die Mutter erst allmählich auf das Mittel, von der schmerzlich drückenden Milchanhäufung sich zu befreien; denn was man da Instinkt nennt, ist nur Gewohnheit, unterstützt von vererbten Innervationsgefühlen.

Alle Unlust bis zum tiefsten Schmerz stellt sich in letzter Analyse als eine Hemmung der Gehirnarbeit heraus und ruft notwendig Abwehrbewegungen hervor; wie alle Lust bis zur höchsten Freude — das Glücksgefühl bezeichnet Meynert (S. 131) ausdrücklich als funktionelle Hyperämie — Förderung der Gehirnarbeit ist und Angriffsbewegungen zur Folge hat. Wir müssen uns hier mit allgemeinen Andeutungen begnügen und weisen daher ganz einfach auf das Blut, den organischen Rohstoff aller Ernährung, und auf die Wichtigkeit hin, von welcher die Beschleunigung und Verlangsamung seines Umlaufs für die Nerventhätigkeit ist, die beide hervorruft, aber auch von beiden in ihrer Entfaltung durchkreuzt werden kann. Jede Vorstellung berührt das ganze Individuum; aber erst die zum Affekt sich erhebende Vorstellung bringt die Existenz des Individuums in Frage; oder von der Gegenseite betrachtet: sobald eine Vorstellung auf dem Wege des Gefühls die Existenz des Individuums afficiert, in fördernder, lusterzeugender Weise erweitert oder in schädigender Weise, unlusterzeugend einschränkt, wird sie zum Affekt, mit dem wir immer einen Angriff oder eine Abwehr verbunden sehen. Während der Hochflut eines mächtigen Affektes können gar manche Vorstellungen ausgelöst werden, die uns im Moment nicht klar zum Bewußtsein kommen, aber darum nicht weniger mit den unter denselben Verhältnissen uns bewußt gewordenen sich associieren und wie diese uns erinnerlich bleiben. Das Bewußtsein ist keine notwendige Bedingung des Gedächtnisses, wie uns die Aneignung mechanischer Fertigkeiten lehrt: das Gedächtnis beruht vor allem auf der Lebhaftigkeit und auf der Wiederholung des Eindrucks, den die Sache in den betreffenden Nervenkörpern zurückläßt. Die häufigere Wiederholung dürfte der Hauptgrund sein, weshalb die Jugendeindrücke die unverwischbarsten sind. Und wie die Association der Vorstellungen und Begriffe, so ist auch die der Gedanken oder bloßen

Wörter und Laute allein durch den gleichen Weg bedingt, der dasselbe Nervenbündel in Anspruch nimmt.

Damit wären wir wieder beim Denken angelangt, von welchem wir ausgegangen sind. Daß aber das eigentliche Denken nicht zu verwechseln ist mit dem regellosen Verlauf der Vorstellungen, wie er aus der jeweiligen Einwirkung äußerer oder innerer Reize sich ergibt, ist von selbst einleuchtend. Abgesehen von der Einheit des Bewußtseins, welche das Denken gleichorganisierter, denselben Himmelskörper bewohnender Wesen naturnotwendig in ein festes Geleise bringt, indem sie die Association der Vorstellungen bis zu einem gewissen Grade zu einer gleichförmigen macht, prägt die besondere individuelle Entwickelung dem Denken des einzelnen einen bestimmten Charakter auf. Wie der Dichter, je mehr er sich übt, über einen desto größeren Reichtum von gleichklingenden Associationen verfügt, so daß ihm für einen immer weiteren Kreis von Gegenständen Reime zu Gebot stehen; wie jeder, der über einen besonderen Wissenszweig viel und tüchtiges geschrieben hat, schließlich mit einer Leichtigkeit darin sich bewegt und ausdrückt, die er in einem anderen Wissenszweige durchaus nicht besitzt: so nimmt im geraden Verhältnis zur Gediegenheit der Geistesentwickelung das menschliche Denken einen gediegenen Charakter an, den nicht mehr aufgeben zu können das Merkmal echter Bildung ist. Dadurch und unter dem Schutz der Bewußtseinseinheit, die dem normalen Menschen das Weltbild immer als dasselbe erscheinen läßt, worauf die Möglichkeit unseres Erinnerns und Erkennens beruht, hat allmählich eine Korrektheit des Denkens Platz gegriffen, welche Gesetzmäßigkeit gebracht hat in die Association der Vorstellungen, Begriffe und Ideen.

Das Beispiel des Kindes mit dem Lamm hat uns einen Einblick erschlossen in die natürliche Grundlage des Identitätssatzes, der alle Logik und Dialektik beherrscht. Allein wie das Erfassen der Identität das Werk unserer Organisation ist — denn in Wirklichkeit gibt es nicht zwei absolut gleiche Dinge — so ist auch das Weltbild, wie es uns erscheint, das Produkt der auf uns einwirkenden Reize und unserer Sinnes- und Gehirnthätigkeit. Die uns umgebende Welt ist daher samt der Kausalität, die für uns alles Entstehen, Dasein und Vergehen verknüpft, großenteils unser eigenes Werk. Wir nennen dies die Idealität des Weltbildes zum Unterschiede von der naiven Auffassung, welche, anstatt die Dinge als bloße Empfindungskomplexe zu erkennen, sie für das nimmt, als was sie uns erscheinen, dafür aber auch nur zu geneigt ist, Ursache und Wirkung mit der bloßen Aufeinanderfolge zu verwechseln. Was Kant den menschlichen Verstand nennt, ist eben nichts anderes als die menschliche Organisation in ihrer Denkthätigkeit; und Meynert folgt unentwegt den Spuren unseres größten Denkers, indem er S. 170 nach der Untersuchung des räumlichen Sehens erklärt: »daß die Idealität des Weltbildes durch physiologische Thatsachen und sehr einschneidend durch die erörterten anatomischen Thatsachen des Gehirnbaues (a. a. O. Kap. 1) gestützt wird.« Auf der hiermit gegebenen Grundlage wollen wir nun versuchen, den Wert des Denkens klarzulegen.

Wir haben bisher allerdings nicht erfahren, wie Materie denkt, und konnten es schon darum nicht erfahren, weil überhaupt Materie nicht denkt; allein wir können uns vorstellen, wie der Organismus denkt, den wir Mensch nennen. Wir sagen absichtlich »vorstellen«, weil wir nicht übersehen dürfen, daß es auch dabei nur um ein Erscheinen sich handelt, um einen Empfindungskomplex, den wir uns objektivieren und dessen Ansich darum, daß der gleiche Empfindungskomplex diese Objektivierung vornimmt, nicht weniger das für uns gleichgültige Ansich aller übrigen Dinge ist. An der Hand der Anatomie und Physiologie können wir uns überzeugen, daß die Vorstellungen, welche aus den Sinnesempfindungen und bewußten Bewegungen hervorgehen, in der Vorderhirnrinde nicht nur erfaßt und aufbewahrt, sondern auch associiert werden. Dieser letztere Punkt ist es, der uns hier interessiert, weil diese Association für den Menschen stattfindet und ihm zur Richtschnur seines Verhaltens wird. Der ganze Mensch ist es, der fühlt, denkt und will. Das Gehirn könnte aber noch weit vorzüglicher organisiert sein, ohne daß der Mensch zum eigentlichen Denken, zur vollen Entfaltung dessen käme, was wir Geist nennen, wenn er nicht mit seinem hochdifferenzierten Gehirn noch andere Eigenschaften verbände, die zwar auch bei dieser oder jener Tierart, aber nur vereinzelt und nicht wie beim Menschen vereint vorkommen. Die bedeutendste dieser Eigenschaften ist der Bau seines Kehlkopfs, der ihn zur Sprache befähigt. Ein näheres Eingehen darauf, daß der Mensch ohne die Geschicklichkeit seiner Hand in der ganzen Entwickelung zurückgeblieben wäre und ohne den aufrechten Gang nie zum Herrn dieser Erde sich emporgeschwungen hätte, wodurch allein seine geistige Vollendung praktisch zur Wahrheit werden konnte — diese ganze Erklärung des menschlichen Geistes ist Haeckel's Eigentum — würde uns weit über die Grenzen dieser kleinen Abhandlung hinausführen. Wir berühren die zwei letzteren Eigenschaften nur der Vollständigkeit wegen und wollen uns, ehe wir fortfahren, nur noch ein paar Worte zur Beruhigung jener gestatten, welche meinen, wenn wir keinen für sich existierenden Geist annehmen, unseren weiteren Ausführungen nur ein halbes Verständnis entgegenbringen zu können.

Ob man sagt: im Menschen wohnt ein Geist, der mit Hilfe des Gehirns u. s. w. denkt, oder: der Mensch faßt sich in der Zentralisierung seines Organismus zur Einheitlichkeit einer Person zusammen, welche denkt, — ist für den weiteren Prozeß des Denkens ganz gleichgültig. Das Ich, das die Außenwelt als Nicht-Ich sich gegenübersetzt, spielt in beiden Auffassungen dieselbe Rolle und ist das dabei allein Entscheidende. Der Unterschied liegt in der Schwierigkeit des Auffassens. Diese steigert sich im ersteren Fall für den wissenschaftlichen Standpunkt zur Unmöglichkeit, während der Glaube spielend darüber hingleitet; im letzteren Fall ist die Schwierigkeit vom wissenschaftlichen Standpunkt aus keine unüberwindliche, während der Gläubige von Haus aus von deren Annahme nichts wissen will. Wir sagen: von Haus aus nicht will — weil der Grund ein tieferer ist: der Glaube ist Wollen und nicht Erkennen. Der Glaubensbedürftige sowie jeder, der

nach der absoluten Wahrheit strebt, kann die positive Wissenschaftlichkeit nicht brauchen, weil sie ihn auf ein Gebiet beschränkt, das die Ansprüche seines Gemüts nicht vollständig befriedigt. Wie der Mann der Wissenschaft sagt: Gebe ich auf einem einzigen Punkt die Möglichkeit einer übersinnlichen, nicht auf Empfindung zurückführenden Erscheinung zu, so verliere ich den positiven Boden — gerade so sagt der Mann des Glaubens und des Absoluten: sobald ich geistige Erscheinungen als innerhalb der sinnlichen Grenzen erklärbar zugebe, verzichte ich auf alle wirkliche Geisteswelt. Wir sagen nicht Geisterwelt, weil wir mit den Anhängern einer positiven Religion sowenig rechten als mit dem Aberglauben und seiner Gespensterwelt: wir haben hier jene Philosophen im Auge, welche an ein absolutes Wissen glauben und noch immer wissenschaftlich vorzugehen meinen, wenn sie das Positive, die einzige Grundlage des eigentlichen Wissens, längst nicht mehr unter den Füßen haben. Die Systeme, welche wir dieser Geistesarbeit verdanken, hat A. Riehl in seiner Freiburger Rede (Freiburg i. B. und Tübingen 1883, S. 8) mit den Worten der geistvollen Sophie Germain treffend als die »Romane der Denker« bezeichnet. Die Systeme dieser Art, an welchen unser Zeitalter besonders reich ist, beweisen wie nichts die ganze Wichtigkeit eines tiefern Einblicks in die Natur des Denkens. Aber nicht minder für den, der mit dieser Welt sich bescheidet, ist es notwendig, zu wissen, inwieweit auf das Denken ein sicherer Verlaß ist. Nicht, wie uns schon wiederholt vorgehalten worden ist, wegen der Gefahr, die der Glaubenlose läuft, falls es schließlich doch eine andere Welt geben sollte. Die Angst vor einer solchen Gefahr — der Gläubige und der Glaubenlose sind moralisch beide verloren, wenn nicht Wahrhaftigkeit die Triebfeder ihrer Richtung ist — beruht auf einer verworrenen Gottesvorstellung. Ist der Allmächtige böse, dann hat alle Moral ihm gegenüber keine Bedeutung. Ist er dagegen gütig, dann kann es bei seiner Allmacht nur sein Wille sein, daß dieser oder jener zum Glauben nicht sich emporzuraffen vermag, und zwar kann er dies nur wollen, um zu sehen, wie der Betreffende sich durchhilft. Darum und zumal bei dem häufigen Eintreten dieses göttlichen Willens ist nicht der Glaube, sondern die Weise, in der jeder seine Aufgabe löst, das Erste und Letzte; und darum, wegen der Größe dieser Aufgabe, wollen wir den Wert des Denkens schärfer ins Auge fassen.

Nach dieser Abschweifung, die uns vielleicht etwas zu weit geführt hat, denn wir haben uns gänzlich auf den Standpunkt des Gläubigen gestellt, kehren wir zur Sprache, zu ihrer wesentlichen Bedeutung für das Denken zurück. Jeder weiß, daß die Sprache allein es ist, die uns zum eigentlichen, zum begrifflichen Denken befähigt, insofern nur mittels des Wortes die zum Begriff sich verflüchtigende Vorstellung festgehalten werden kann. Aber nur die mit Logik eingehender sich beschäftigt haben, wissen, wie bitterböse der Sprache gerade die Logiker sind. Es hat dies eine komische Seite, weil es ohne Sprache nie zu einer ausgebildeten Logik gekommen wäre. Und dennoch haben die Logiker Recht: in der Sprache liegt das Hindernis der Entwickelung der Logik zu einer vollendet klappenden Exaktheit, wie sie der Mathematik eigen ist. Die

Sprache, im Licht unserer Sinne und an der Lebenswärme unseres Thuns erwachsen, schildert die Dinge, wie sie uns erscheinen, und die Vorgänge in der Erscheinungswelt haben nicht den absolut richtigen Verlauf, wie ihn der Logiker denkt, so daß alle Beispiele, die er der Sprache entlehnt, hinkende Vergleiche sind, welche an einem Zuviel oder an einem Zuwenig leiden. Darum bedient sich der Logiker bloßer Buchstaben oder Zeichen zur Darstellung seiner Gesetze. Ob es ihm je gelingen wird, seine letzten Sätze auf die Vollendung eines mathematischen Punktes und einer mathematischen Linie zu bringen, ist fraglich und glücklicherweise von entscheidendem Wert nur für jene, die nach absoluten Wahrheiten streben. Wie das absolut Wahre zur Wirklichkeit sich verhält, zeigt uns am besten gerade die Mathematik; denn sobald sie mit faktischen Verhältnissen sich beschäftigt, bleibt immer ein wenn auch noch so kleiner Rest übrig, den sie nicht überwinden kann. Es ist dieser Rest jener fatale Punkt, an dem alle menschlichen Untersuchungen Halt machen müssen, bis zu dem alles klappt und von dem an nichts mehr genügend stimmt. Soll da die Schuld allein an der Sprache liegen? Allein nicht, denn der Grund liegt tiefer; jedoch die Sprache ist mit Schuld daran — als Menschenwerk.

Was ist aber nicht alles M e n s c h e n w e r k? Viel, viel mehr, als der Mensch gewöhnlich meint. Damit sprechen wir keine Überhebung aus. Indem der Mensch zu dieser Erkenntnis kommt, kommt er zu einem Einblick in die Schranken, die seinem Erkennen gezogen sind. Nicht nur ist d i e s e N a t u r insofern sein Werk, als er sie einzig und allein in dem Licht und in der Gestaltung sehen kann, welche ihr die Brille seines Organismus gibt: auch die N a t u r g e s e t z e sind sein Werk; denn seine Anschauungsweise hat sie ihr gegeben, aber als etwas für ihn Unwandelbares, weil er ihr nur diese und keine andern geben kann. Und wie mit den Naturgesetzen im engern Sinn verhält sich's mit den allgemeinen Gesetzen, die wir D e n k g e s e t z e nennen, aber im weiteren Sinn auch Naturgesetze nennen können, nicht nur weil sie für uns nur Geltung haben, insofern sie Geltung haben auch in der gesamten Natur, sondern weil es für uns überhaupt nur das Eine gibt, das wir Natur nennen.

Wir haben das K a u s a l g e s e t z bereits berührt, und aus Meynert's Darstellung geht hervor, warum wir zwei auf den ersten Blick so verschiedene Dinge wie das Bild des Lammes und den Laut des Blökens in eine so nahe Verbindung bringen, aber auch daß, wenn wir beispielsweise kein Gehör hätten, diese Verbindung, wenigstens für uns, nicht existieren würde. Daraus geht ferner hervor, daß wir bei einer noch differenzierteren Sinnesthätigkeit noch weitere und vielleicht nähere Verbindungen zwischen den Dingen finden, d. h. aufstellen könnten — aufstellen, weil damit gar nicht gesagt ist, daß dies die an und für sich wirklichen Verbindungen der Dinge wären. Letzteres ist aber für uns gleichgültig; denn für uns ist das Verhalten der Dinge zu einander nur insofern von Bedeutung, als wir davon Kenntnis haben können. In dem volkstümlichen Ausdruck: was ich nicht weiß, macht mich nicht heiß — liegt mehr gesunde Philosophie als in allen abstrakten, sei es dann mystischen oder spiritualistischen Systemen, welche uns von einer Welt

reden, die für andere Wesen da wäre, wenn sie überhaupt da sein sollte.

Für uns Menschen existiert eine kausale Verbindung der Dinge. Davon haben wir eine positive Gewißheit, die so weit geht, daß uns der Fortbestand dieser Verbindung als identisch mit dem Fortbestand des Menschengeschlechts über jeden Zweifel erhaben ist. Was wir unter Identität verstehen, ist damit auch gesagt. Mit diesem Worte drücken wir die Unzertrennlichkeit gewisser Begriffe aus, und die Bedeutung dieser Unzertrennlichkeit erkannt zu haben, ist die größte und wichtigste Errungenschaft des menschlichen Denkens. Der Identitätssatz ist die Grundlage aller Dialektik und Logik; denn die Denkgesetze lassen sich alle auf ihn zurückführen. Darum können wir durch nichts so leicht zu einem Einblick in das Wesen der Identität gelangen als durch eine Betrachtung der Denkgesetze selbst; und da wir die Kausalität schon berührt haben, so wollen wir mit dem Kausalgesetz beginnen.

Was sagen wir mit den Worten: Das Lamm blökt? — Wir sprechen ein Urteil aus, welches auf dem Schluß beruht, daß das Blöken etwas ist, das entweder durch das Lamm bewirkt wird oder wenigstens auf das Erscheinen des Lammes notwendig folgt. Die Aufeinanderfolge wird uns in vielen Fällen klar durch die einfache Wahrnehmung; allein bei unzählbaren anderen Fällen müssen wir uns sagen, daß es sich um mehr handle als um eine bloße Aufeinanderfolge. Die Nacht folgt in unseren Gegenden auf den Tag mit einer Verläßlichkeit, die nichts zu wünschen läßt, während es auch vorkommt, daß ein Lamm nicht blökt. Allein die Association jener zwei Erscheinungen, die, anstatt auf einer Identität zu beruhen, aus ihrer reinen Gegensätzlichkeit — die eine schließt die andere aus — hervorgeht, bringt uns nicht zu dem Schlusse, daß die eine durch die andere bewirkt seine könne, während wir das Blöken gleich als etwas betrachten, das im Lamm steckt, von oder aus ihm kommt, es zu seiner Ursache hat. Die Identität bei der kausalen oder ursächlichen Verbindung besteht auch in der That darin, daß die Wirkung in der Ursache enthalten ist. Die Wärme ist eine Wirkung des Tages, d. h. der aufgegangenen Sonne: mit den Nerven, welche in uns die Empfindung des Tageslichts hervorrufen, werden immer die Nerven gleichzeitig affiziert, welche die Wärmeempfindung auslösen, und die letzteren erinnern sich genau, daß sie weniger affiziert werden, wenn dies auch bei jenen der Fall ist, d. h. daß im Beginn des Tages, bei umwölkter Sonne, kurz bei schwächerem Licht auch die Wärme eine geringere ist. Daß nie eine Ursache allein vorhanden ist und von der eigentlich bewirkenden Ursache die bloß ermöglichenden Umstände zu unterscheiden sind, erläutert ein sehr einfaches Beispiel. Es ist einer aufgestellt, um darüber zu wachen, daß ein Damm freigehalten werde, damit das Hochwasser eine Brücke nicht niederreiße: aber der Wächter schläft ein im entscheidenden Moment; der Damm wird von Ästen und Stämmen verlegt; anstatt abgelenkt zu werden, schwillt das Wasser an und nimmt die Brücke mit sich fort. Daß ein ganzer Komplex von weit zurückreichenden Ursachen diese Wirkung des Wassers zur Folge hat und der nachlässige Wächter sie

verschuldet, ist klar; jedoch niemand wird sagen, der Wächter habe die Brücke weggerissen, er sei die eigentliche Ursache. Als der Wächter die Augen schloß, war der Stern untergegangen, an welchem die Sicherheit der Brücke hing. Wenn die Sonne verschwindet, tritt die Nacht ein mit ihrem Dunkel und ihrer Kühle, weil die Ursachen der letzteren durch nichts in ihrem Wirken behindert werden. Diese paar Beispiele dürften genügen, um den Unterschied zwischen bewirkenden und bloß veranlassenden Ursachen klar zu machen, aber auch die Unabsehbarkeit jeder Kausalreihe durchblicken zu lassen. Aus dieser mit unserer Natur gegebenen Auffassungsweise der Erscheinungswelt ergibt sich der Satz: daß für uns Menschen alles geschehen muß, wozu die nötigen Bedingungen vorhanden sind, und nichts geschehen kann, wenn diese Bedingungen fehlen. Es ist dies der Satz vom zureichenden Grunde, ein Denkgesetz, mit dem alles Urteilen über den Zusammenhang der Dinge, ihre Möglichkeit und Notwendigkeit steht und fällt, ohne den folglich an einen Fortschritt im Forschen nicht zu denken wäre. Das auf ihm beruhende Urteil heißt der bedingten Form wegen — das Eintreten der Wirkung ist immer durch das »Wenn« der Ursache bedingt — das hypothetische Urteil.

Selbstverständlich besteht jede Erörterung oder Untersuchung aus einer ganzen Reihe von Urteilen und Schlüssen, und auf daß unser kausales Denken verläßlich sei, erheischt der Identitätssatz, auf welchem es beruht, nicht nur, daß in einer und derselben Deduktion jeder Ausdruck immer in derselben Bedeutung gebraucht werde — wie auch keine Diskussion ein Resultat haben kann, wenn nicht beide Teile unter dem Streitobjekt genau dasselbe verstehen — sondern auch, daß alles als identisch Gesetzte in Wahrheit identisch sei. Was unter identisch zu verstehen ist und daß darunter nicht Einerleiheit begriffen wird, haben wir bereits angedeutet. Das Kennzeichen der Identität ist die Widerspruchslosigkeit. Darum heißt der Identitätssatz, negativ ausgedrückt, der Satz des Widerspruchs, das auf ihn sich gründende Urteil das kategorische. Es spricht, was es ausspricht, mit vollendeter Bestimmtheit aus, z. B.: der sittliche Mensch ist wahrheitsliebend. Die Wahrheitsliebe als jene Wahrhaftigkeit, die allen unsern Worten und Handlungen den Stempel der Echtheit aufdrückt, ist so unzertrennlich vom Begriff der Sittlichkeit, daß diese ohne jene gar nicht gedacht werden kann, ein sinnloser Widerspruch wäre.

Das disjunktive Urteil, das auf dem Satz des ausgeschlossenen Dritten beruht, spricht sich nicht weniger bestimmt aus; nur unterscheidet es zwischen zwei oder mehr Fällen, von welchen der zweite oder alle folgenden nicht zutreffen können, soll der erste sich bewähren. Darum ist seine Form die eines Entweder — Oder: entweder ist einer ein tüchtiger Charakter oder er ist unverläßlich, gemein, wertlos. Unverläßlichkeit, Gemeinheit, Wertlosigkeit sind so unvereinbar mit einem tüchtigen Charakter, ihr Gegensatz von diesem so unzertrennlich, daß die Identität in dem einen wie in dem anderen Falle unzweifelhaft ist. Kürzer und den Anforderungen der formalen Logik entsprechender lautet der Satz: Entweder ist einer ein Charakter oder

er ist es nicht. Das gibt auch gewiß jeder zu; aber erst das ausführlichere Beispiel zeigt, wie reichhaltig dieses Urteil ist. Der nicht Logiker von Fach ist, würde uns schwerlich verstanden haben, wenn wir beim kategorischen Urteil gesagt hätten: der Identitätssatz lautet: A ist A. Diese Wahrheit ist die Grundlage aller Logik; allein vom Standpunkt des praktischen Lebens macht sie den Eindruck des Überflüssigen, weil Allzuselbstverständlichen, und uns ist es hier nur um die praktische Anwendung der Denkgesetze zu thun. Was wir darthun wollen, ist nur, daß das disjunktive wie das kategorische Urteil auf Schlüssen beruht, durch welche uns identische Begriffe als solche klar werden, auf welchem Wege allein wir beim Satz vom zureichenden Grunde zu einer Unterscheidung zwischen einfacher Aufeinanderfolge und Verursachung gelangen.

Den Inhalt unserer Urteile bilden die Vorstellungen und Begriffe, zu welchen wir durch Wahrnehmung und Erfahrung gelangen und von deren Klarheit und Richtigkeit die Klarheit und Richtigkeit unsers Denkens in erster Linie abhängt. Diese Klarheit und Richtigkeit ist bedingt durch die Vorzüglichkeit unserer Organisierung und wird erst vollendet durch die Erziehung, welche unser beurteilendes Denken durch Umgang und Unterricht empfängt. Auch Meynert läßt die Intelligenz nicht isoliert existieren und sagt, daß sie »ihren Sitz nicht in besonderen Rindenbezirken haben könne, sondern, auf den Wahrnehmungen fußend, einschließlich der Innervationsgefühle im ganzen Vorderhirn vertreten sei« (S. 155). Besteht sie aber auch aus nichts denn aus lauter Schlußapparaten, so können diese letztern, auf die direkte Wahrnehmung beschränkt, nur für einen geringen Teil des menschlichen Wissens in Wirksamkeit treten. Nicht zu jeder Erfahrung gelangt man in so einfacher Weise wie zu der des Blökens eines Lammes. Die Association anscheinend sehr verschiedener Erscheinungen beruht oft nur auf der Ursächlichkeit. Die Identität umfaßt aber auch die Gebiete der Artgemeinschaft und der Totalität: die Zusammengehörigkeit des Individuums zur Art, des Teils zum Ganzen ist ebenso ein Enthaltensein des einen in dem andern, als es bei Wirkung und Ursache der Fall ist. Eine große Reihe von Associationen beruht auf dem Kontrast wegen des grellen Lichts, das er gleichzeitig verbreitet, und die Analogie, die Halbschwester der Identität, ist eine unerschöpfliche Quelle von Associationen und der Weg zu ewig neuen Erfahrungen. Allein die klare Unterscheidung zwischen Identität und bloßer Analogie, das richtige Subsumieren unter das Zusammenfassende, woraus das Folgern sich ergibt, beruht weit weniger auf einem Wahrnehmen von Dingen der Außenwelt als auf den Mitteilungen anderer denkender Menschen und auf den Ergebnissen unseres eigenen Nachdenkens. Sind diese Mitteilungen und Ergebnisse adäquat, spiegeln sie klar den richtigen Sachverhalt, dann werden immer öfter — der Irrtum ist stets möglich, aber bei entsprechender Einschränkung auch sehr lehrreich — die wirklich zusammengehörigen Vorstellungen und Begriffe in unserer Aufmerksamkeit, dem Blickpunkt unseres Bewußtseins, Associationsverbindungen eingehen, durch die sie bleibend aneinander gekettet werden. Daraus entwickelt

sich das geschulte Denken im Gegensatz zu dem ungeregelten Vorstellungsverlauf, der nur einen Teil seines Rohmaterials bildet.

Bei den mit vollem Selbstbewußtsein sich vollziehenden Schlußoperationen angelangt, ist es vielleicht nicht überflüssig, anzumerken, daß die unbewußten Schlüsse, von welchen wir zu Anfang gesprochen, nichts gemein haben mit dem Unbewußten, das in neuester Zeit gedroht hat, das Nichtwissen zur Grundbedingung des Wissens zu machen. Nicht das Unbewußte schließt in uns, sondern das Gehirn; und da im Gehirn der ganze Mensch sich zusammenfaßt, so sind es immer wir, die schließen: nur können wir mit Bewußtsein schließen, und auch ohne uns dessen bewußt zu werden. Wir können nur von dem wissen, was in den Blickpunkt unseres Bewußtseins fällt. Die uns unbewußt bleibenden Empfindungen zu einem an- und fürsich existierenden Unbewußten zu machen, beruht auf demselben Trugschluß, der das Ansichsein der Dinge zu einem selbständigen Dingansich macht. Es wird selbstverständlich trotz dieser Wahrheit auch in Zukunft jeder, der nicht sich befreunden kann mit der Vorstellung, daß es immer der ganze Mensch ist, der fühlt, denkt und will, zu einem besonderen Agens im Menschen seine Zuflucht nehmen. Allein wissenschaftlich steht es fest, daß bei dem neuesten Stande des menschlichen Erkennens eine solche Annahme durchaus nicht mehr notwendig und die Verbindung eines solchen Agens mit dem menschlichen Leibe viel schwerer zu begreifen ist als die Spiegelung, die zwischen dem zur Person einheitlich sich zusammenfassenden und dem in seine Wirkungsweisen sich auseinanderlegenden Ganzen sich vollzieht. Diese Frage beschäftigt uns aber hier nicht und wir berühren sie nur, weil die Stellung, die wir zu ihr nehmen, maßgebend ist für den Wert, den das Denken für uns hat und über den wir nach dem Gesagten uns ganz klar aussprechen können. Wir haben nur noch ein paar ganz allgemeine Worte über die Natur der Schlüsse vorauszuschicken.

Daß sie auf einem natürlichen Vorgang beruhen, haben wir schon gezeigt, und brauchen nur das Beispiel von Blöken des Lammes ausführlicher wiederzugeben, um den Schluß in seiner vollständigen Form darzulegen. Das Blöken ist eine Eigentümlichkeit des Lammes; ich höre Blöken: folglich ist ein Lamm in der Nähe. Jeder normal herangebildete Mensch sieht gleich ein, daß, wenn der Obersatz wahr ist und beim Mittelsatz keine Täuschung unterläuft — wie man gemeinhin sich ausdrückt: wenn die Prämissen richtig sind — der Untersatz richtig sein muß. Nicht in den Formen und Formeln der verschiedenen Autoren und Schulen, sondern in der Klarheit der Begriffe und in der Richtigkeit der Urteile, aus welchen die Schlüsse sich konstituieren — jedes Urteil ist selbst ein unmittelbarer oder stillschweigend ausgedrückter Schluß — liegt das Logische des Denkens. Jeder unvernünftige Schluß ist gar kein Schluß, denn der wirkliche Schluß ist etwas Vernünftiges. So wird z. B. kein vernünftiger Mensch erst besondere Regeln auswendig lernen müssen, um zu wissen, daß es, wenn man von etwas Kleinerem auf etwas Größeres schließt oder umgekehrt, nicht gleichgültig ist, ob es sich um eine affir-

mative oder um eine negative Fassung des Satzes handelt. Es wäre einfach unvernünftig, anzunehmen, daß die Arbeit, welche eine Dampfkraft von 20 Pferden erheischt, auch mit einer Dampfkraft von 15 Pferden geleistet werden könne. Vom Größeren aufs Kleinere schließt man verneinend, vom Kleineren aufs Größere bejahend. Was ich von einem Mann erwarten kann, kann ich noch nicht von einem Kind erwarten; was ich schon von einem Kind fordern kann, kann ich wohl von einem Mann fordern. Ebenso sagt uns der gesunde Menschenverstand, daß es Gegensätze gibt, welche sich ausschließen, und Gegensätze, welche sich nicht ausschließen. Dabei kommt es nicht darauf an, daß die ersteren kontradiktorische, die letzteren konträre Gegensätze genannt werden, sondern daß man einsehe, warum Wohlwollen und Hartherzigkeit, nicht aber Wohlwollen und Jähzorn einander ausschließen. Die groben Fehlschlüsse wird jeder leicht entdecken, wenn auch nur der Logiker von Fach den Grund des Fehlers beim wahren Namen zu nennen weiß. Dafür sind die feinen Trugschlüsse Kunststücke, welche nur ein raffinierter Logiker zuwege bringt. Die Fehlschlüsse oder Paralogismen — die Trugschlüsse oder Sophismen sind absichtliche Fehlschlüsse — entstehen aus Unbildung oder bald aus Nachlässigkeit, bald aus Überschwenglichkeit im Ausdruck, so daß der Betreffende, ohne im entferntesten es zu ahnen, eine Bezeichnung in unrichtiger oder in demselben Satz in wechselnder Bedeutung anwendet. Alle Sophisten von Bedeutung waren geschulte Logiker und es ist ganz falsch, in der logischen Schulung unbedingt eine Bürgschaft für richtiges Denken zu erblicken. Von der Logik, deren der Mensch bedarf wie des täglichen Brotes, haben wir, von CONDILLAC handelnd (Kosmos Band XI S. 34), ein Beispiel gegeben, dem wir keines an die Seite zu stellen wüßten.

Der Zweck des Denkens, d. h. der höchste Zweck, den das Denken sich setzen kann, ist das Begreifen der uns umgebenden Welt. Darunter verstehen wir nicht die sogenannte Lösung des Welträtsels, sondern Erklärungen, welche die Dinge auf einfache Grundsätze zurückführen und in einen uns verständlichen Zusammenhang bringen. Ungleich wichtiger als das Aufsuchen der ersten Ursache oder des letzten Grundes der Dinge ist die klare Unterscheidung zwischen Ursache und Grund. Zu dieser Unterscheidung bedarf es gar keiner künstlichen Logik, vor der wir übrigens als vor einem Studium, das wie kaum ein anderes den Verstand schärft, alle Achtung haben: eine ganz natürliche Dialektik reicht dazu aus. Vor allem haben wir daran festzuhalten, daß Ursächlichkeit etwas ist, das unser Verstand in den Verlauf der natürlichen Erscheinungen notwendig hineinlegt, und daß Grund, insofern damit das Warum dieses Verlaufs aufgedeckt werden soll, ein willkürlicher Übergriff unseres Verstandes ist. Grund und Ursache sind nur insofern identisch, als wir den Grund in der Bedeutung von etwas Bewirkendem nehmen. Zwischen einem Grunde, durch den etwas bewirkt wird, und dem Grunde, um dessen willen etwas geschieht, ist ein großer Unterschied. In der letztern Bedeutung setzt der Ausdruck Grund ein denkendes Wesen voraus, das bei seinem Thun eines Zweckes sich bewußt ist. Der Mensch, der denkend bestimmte Ziele

sich setzt und Absichten verfolgt, handelt aus Zweckmäßigkeitsgründen, während es in der nichtdenkenden Natur gar keinen Grund mit einem bestimmten Zweck geben kann. In der Natur gibt es nur ein ursächliches Geschehen, folglich keine solchen Gründe und am allerwenigsten einen letzten Grund. Die Teleologie oder Zweckmäßigkeitslehre hat nur einen Sinn, wenn sie den Beweis eines Zwecks in der Natur führt, um daraus die notwendige Annahme eines Schöpfers und Weltlenkers zu folgern. Ohne die Annahme eines denkenden und wollenden Lenkers ist alle Zweckmäßigkeitslehre widersinnig; denn sie beruht auf einer mit dem Identitätsprinzip in Widerspruch stehenden Benutzung des Ausdrucks Grund, dem in der Bedeutung von Ursache Eingang in eine Argumentation verschafft wird, um ihn dann in der Bedeutung von Zweck, Absicht oder Ziel verwerten zu können. Kommt ein Begriff in dieser Weise bei einem Schluß zur Anwendung, so besteht der Schluß anstatt aus drei aus vier Gliedern, wenn er auch für das Auge nur drei Glieder: Obersatz, Mittelsatz und Untersatz hat. Der Obersatz enthält nämlich einen Doppelbegriff, sagt von ihm etwas aus, das in der einen Bedeutung unumstößlich ist, und läßt den Mittelbegriff diese Unumstößlichkeit auf die andere Bedeutung übertragen. Dieser Kunstgriff, der in der Sprache der Logiker quaternio terminorum heißt, verstößt gegen das Identitätsprinzip, dessen A ist A uns verbietet, ein Nicht-A für ein A auszugeben, weil darin ein Widerspruch liegt, der nur zu Lug und Trug führen kann. Der Satz des Widerspruchs ist daher von hohem positivem Wert: er schränkt durch Ausscheidung des Widersinnigen das richtige Denken auf einen kleinen Kreis des Wissens ein; aber dieser kleine Kreis ist fest und tief.

Darum zollen wir unsere wärmste Bewunderung dem Denken jener Männer, welche unerschütterlich an der Deszendenzlehre festhielten, da noch kein Darwin den Weg der Entwickelung aufgedeckt hatte. Jede andere Art der Entstehung verwarfen sie mit aller Entschiedenheit, weil Widersprüche damit verbunden und davon untrennbar waren, welchen ihr gesundes Denken widerstrebte. Darin liegt eben Darwin's Wert für alle menschliche Zukunft, daß er uns eine Erklärung der Schöpfung gegeben hat, welche nicht von Zweckmäßigkeitsgründen ausgeht, nicht nach Mitteln zu bestimmten Zwecken sucht, sondern die Entwickelung fortschreiten läßt, wie es die vorhandenen Mittel eben gestatten. Darwin hat die Zweckmäßigkeitslehre entbehrlich gemacht und damit die letzten Fesseln gesprengt, welche die Freiheit der Forschung nicht zur vollen Freiheit werden ließen. Es kommt durchaus nicht darauf an, daß alle Übergänge gefunden werden, welche die Entwickelungsreihe der Organismen als eine ununterbrochene klarlegen, und daß alle Annahmen Darwin's sich bestätigen. Letzteres würde eine übermenschliche Leistung voraussetzen, denn die Analyse ist an die jeweiligen Ergebnisse gebunden und darf nur nehmen, was sie findet. Das Entscheidende liegt darin: die seit Darwin's Begründung der Evolutionslehre gemachten Entdeckungen haben alle redlichen Erwartungen weit übertroffen, und für jene, welchen es vor allem um das menschliche Wissen zu thun ist, steht Darwin's Hypothese so fest begründet da, als es überhaupt von einer menschlichen

Hypothese gefordert werden darf. Nicht sie schwankt; es schwanken jene, welchen es am Mut gebricht, die daraus sich ergebenden Konsequenzen zu ziehen. Es braucht nur einer mit etwas Glück den Nachweis zu versuchen, eine Behauptung DARWIN's — wenn überhaupt bei der Bescheidenheit und Vorsicht, mit welcher dieser klare Kopf alles vorbrachte, Behauptung der richtige Ausdruck ist — sei nicht stichhaltig, damit Tausende aufatmen bei dem großen Gedanken: hat er da geirrt, so kann er auch anderswo geirrt haben. Wie wenn der Satz, daß jeder Mensch irrt, noch eines Beweises bedürfte! Was damit neuerdings bewiesen wird, ist nur, daß der Mensch auch über den Irrtum sich freut, weil es eben auch solche gibt, für welche nicht die Wahrheit das erste ist. Und diese fragen nicht: welches ist die Stellung des Menschen in der Natur? In der ihnen anerzogenen Anmaßung wollen sie, daß ihm eine ihrer Eitelkeit und Bequemlichkeit entsprechende Stellung dekretiert werde. Denn das ist dieses Pudels Kern. Allein der Kern der Lehre ist längst unantastbar sichergestellt, und der vergleichende Zoologe OSCAR SCHMIDT, der vorsichtigste Beurteiler der Evolutionslehre, sagt in seinem neuesten Werke: Die Säugetiere in ihrem Verhältnis zur Vorwelt, Leipzig 1884, S. 269: »die Alternative, ob der Mensch erschaffen oder entwickelt, ist bei uneingeschränktem Gebrauch des Verstandes überhaupt nicht mehr aufzuwerfen.«

Die Entwickelungslehre bietet uns die einzige widerspruchslose Erklärung der uns umgebenden Welt. Daß der Zufall dabei die Hauptrolle spiele, ist eine haltlose Behauptung. Nur die Teleologie, welche eine unbedingte Freiheit des Geschehens zur Voraussetzung hat, würde für den Zufall einen Raum bieten, während die unverbrüchliche Gesetzmäßigkeit, welche durch die Entwickelungslehre an die Stelle der Teleologie gesetzt worden ist, einen Raum für den Zufall nicht einmal dem Namen nach kennt. Mit der Gesetzmäßigkeit alles natürlichen Geschehens aber ist die Gesetzmäßigkeit des Zustandekommens und Funktionierens unseres Denkens identisch, und darin liegt sein ganzes Geheimnis und auch sein Wert. Für diese Natur organisiert, insofern wir mit ihr uns entwickelt haben, können wir diese Natur verstehen. Diesen Wert des Denkens zu erkennen, ist von besonderem Gewicht für jene, welche am Glauben keinen Halt finden; denn der seinen vollen Wert ermißt, der hat an ihm eine Quelle unerschöpflicher Befriedigung. Für die irdischen Verhältnisse reicht das Denken, richtig gepflegt, vollständig aus, wie es seine Leistungen auf allen Gebieten des Wissens und Könnens zur Genüge beweisen. Daß seine Wahrheiten nur für den Menschen, aber für diesen eine unbestreitbare Geltung haben, während die absolute Wahrheit etwas ihm Unfaßbares ist und bleibt, spricht nur für die Tüchtigkeit seiner Gesetze, die auf dem heimischen Boden ihre Schuldigkeit thun und über diesen hinaus auf die Länge nicht sich mißbrauchen lassen. Daß der Mensch über sich selbst hinausstrebt, beweist nur, daß sein Wissensdrang keine Grenzen hat. Kein Fortschritt wird ihm je genügen, und darin liegt der Sporn, der ihn immer verhindert hat und immer ihn verhindern wird, in eitlem Selbstgefallen zu verflachen. Je

berauschender aber der Enthusiasmus ist, mit dem der prometheische Drang den Himmel stürmt, desto ernüchternder fliegt sie herbei, die unausbleibliche Stunde, die dem an diese Erde Geschmiedeten den Leib aufhackt und das überströmende Herzblut wegtrinkt, bis er, gehörig abgekühlt, sieht, wo er eigentlich immer war und zu bleiben hat. Was den Widerspruch in sich trägt, hat keinen Bestand. Diese Welt kennt nur ein notwendiges Geschehen; aber auf dieses ist ein fester Verlaß. Und der die ewige Notwendigkeit begreifen lernt und das allgemeine Gesetz zu dem seinigen macht, dem entwickelt sich ein Gefühl der Freiheit, das keiner, der davon gekostet hat, mit irgend einem anderen Erdengute vergleichen könnte. Es ist die reine Erkenntnis, das Denken, in seiner Vollendung identisch mit dem Fühlen. Immer ist es die Identität, die den Prüfstein der Wahrheit bildet. Wie der Altruismus das geläuterte Ich ist, das mit dem Du als identisch sich erkennt: so ist die Sittlichkeit der geläuterte Wille, der als Wille des Guten identisch ist mit dem Wahren, nicht dem metaphysisch Wahren, sondern dem aus der kritisch erfaßten Natur sich ergebenden Wahren. Und so sehen wir das Denken eine Macht entfalten, die den Menschen thatsächlich zu einem höheren Wesen gestaltet, indem sie, den Weg ihm bahnend zu den geistigen Genüssen, den edelsten von allen, ihn selbst veredelt, daß er sich sagen muß:

Aus dem Kelche dieses Geisterreiches
Schäumt die wahre Glückseligkeit.

Die Exkretionsorgane der Würmer.

Eine Übersicht

von

Dr. R. S. Bergh in Kopenhagen.

(Mit Tafel II.)

Wie ganz im allgemeinen die Schlüssel zu einem wahren Verständnis der drei höheren Tierstämme, der Wirbeltiere, der Arthropoden und der Mollusken in der umfangreichen Abteilung der Würmer verborgen liegen, so bilden auch die Exkretionsorgane dieser Tiere den Ausgangspunkt für eine rationelle Beurteilung desselben hochwichtigen Organsystems der meisten höheren Formen, ja teilweise wenigstens auch für das Verständnis der Geschlechtswege der letztgenannten. Ist es doch ein brennender Streitpunkt in der neueren Morphologie geworden, ob man für die Beurteilung des Exkretionsapparates der Wirbeltiere in erster Linie die Segmentalorgane zu Grunde legt und demgemäß nähere Beziehungen zu den Anneliden findet — oder ob man das frühzeitige Entstehen des ungegliederten Urnierenganges bei jenen besonders scharf betont und in Übereinstimmung damit nur eine sehr ferne Verwandtschaft zwischen Vertebraten und Anneliden zuläßt, wesentlich aber beide nebeneinander auf die ungegliederte Form zurückführt. Es gelang auch kürzlich der Ansicht eine festere Begründung zu geben, daß die Geschlechtswege der Arthropoden aus Segmentalorganen herzuleiten sind, während man ebenso in einigen besonderen Absonderungsorganen der Krustaceen (den sogen. Schalen- und Antennendrüsen) Homologa solcher erblickt. Die sogen. Urnieren der Mollusken versuchte man auf die »Kopfnieren« der Annelidenlarven zurückzuführen, während man anderseits darüber noch nicht ganz klar ist, ob die definitiven Molluskennieren Segmentalorganen entsprechen oder ob sie als Neubildungen aufzufassen sind.

Die soeben hervorgehobenen Punkte werden hinlänglich gezeigt haben, welche hervorragende allgemeine Bedeutung das hier angezogene Thema besitzt. Die hier gestellte Aufgabe ist indessen nur die, die vergleichende Morphologie des Exkretionsapparates innerhalb der Gruppe der Würmer selbst zu untersuchen und die neueren Leistungen auf diesem Gebiete kritisch zu durchmustern. Auf den folgenden Blättern ist demgemäß erst eine kurze Darstellung der Anatomie und der Entwickelungs-

geschichte des genannten Organsystems bei den einzelnen Klassen nach älteren und neueren Quellen gegeben; schließlich wird versucht werden, die neueren Theorien über die dabei sich aufwerfenden Fragen auf ihren Wert zu prüfen.

I.

Es sind bei den Würmern wesentlich zwei Haupttypen des Exkretionsapparates zu unterscheiden, die als der ungegliederte und der gegliederte bezeichnet werden können. Der erstere charakterisiert die niederen, der letztere die höheren Formen (Gliederwürmer), wobei gleich zu bemerken ist, daß der erstere vorübergehend auch in einigen der höher entwickelten Gruppen auftritt; in einem einzelnen Falle persistieren sogar hier Reste von diesem Apparat neben den definitiven Organen (*Polygordius*).

Der Exkretionsapparat der Plattwürmer gehört dem ersten Typus an. Nur bei den acölen Turbellarien wird noch von den neuesten Verfassern ein vollständiges Fehlen dieses Organsystems angegeben; sonst zeigt es sich überall in hoher Ausbildung vorhanden. Die genauere Erkenntnis desselben bei den hierhergehörigen Formen ist gewöhnlich mit großen Schwierigkeiten verbunden, ja bei undurchsichtigen Arten (jedenfalls mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln) geradezu unmöglich, und so kam es denn, daß die Kenntnis auf diesem Gebiete nach den älteren, grundlegenden Beobachtungen von P. J. van Beneden, O. Schmidt, M. Schultze, G. R. Wagener u. a. lange Zeit nicht wesentlich weiter kam; für einzelne Gruppen (Rhabdocölen und Nemertinen) wurde sogar noch vor wenigen Jahren die Existenz eines »Wassergefäßsystems« überhaupt bestimmt in Abrede gestellt. Besonders die Anfänge des Apparates im Parenchym hat man in verhältnismäßig sehr später Zeit genauer kennen gelernt.

Im allgemeinen lassen sich am Exkretionsapparat der Plattwürmer zwei Systeme von Kanälen unterscheiden: ein System größerer Hauptstämme und ein reich verzweigtes Netzwerk von feineren Kanälen. Indessen fehlt es nicht an Formen, bei denen der Unterschied zwischen diesen beiden Bildungen sehr geringfügig, ja kaum bemerkbar ist (*Polycelis nigra*); solches ist jedoch nur ein seltener Ausnahmefall. Die beiden Systeme können im übrigen entweder allein durch ihre verschiedene Mächtigkeit unterschieden sein, sich aber in histologischer Beziehung gleich verhalten, indem alle beide sich aus durchbohrten Zellen zusammensetzen (ein intracelluläres Lumen haben, wie man sich gewöhnlich ausdrückt) — oder es macht sich auch ein wesentlicher histologischer Unterschied zwischen ihnen geltend, indem die größeren Stämme mit einem wohlausgebildeten Epithel versehen sind, während die feineren Kanäle nur durchbohrte Zellen darstellen (Cestoden); endlich können beide Systeme ein wirkliches Epithel besitzen, wie es bei den Nemertinen der Fall ist (die Lumina beider sind also intercellulär). — Als Anfänge der feineren Kanäle im Parenchym finden sich sehr charakteristische, eigentümliche Gebilde: es sind kolbenförmige Erweiterungen, deren jede durch eine verästelte Zelle, die ihr deckelförmig aufsitzt, geschlossen

wird[1]. Die Zelle steht mit benachbarten ebensolchen durch Ausläufer in Verbindung und ragt mit einer sehr ansehnlichen Cilie (»Wimperflamme«) in den Kanal hinein[2] (vergl. Fig. 1). — In einzelnen Fällen können solche kolbenförmige Erweiterungen schon den größeren Stämmen ansitzen (*Polycelis nigra*, *Monocelis*); gewöhnlich finden sie sich jedoch nur an den feineren Kanälen. Sie liegen hauptsächlich oberflächlich, dicht innerhalb der Epidermis. — Ähnliche Wimperflammen wie in den Erweiterungen können sich übrigens auch in den Hauptstämmen selbst finden (*Derostomum*, *Monocelis*); auch können in diesen Wimperhaare gruppenweise vorkommen (*Mesostomum Ehrenbergi*); oder endlich wird in ihnen eine zusammenhängende undulierende Membran (»lame vibratile«) angegeben (*Polycelis nigra*); doch wird bei anderen nahverwandten Süßwassertricladen echte Flimmerung behauptet (Jijima).

Nach diesen kurzen allgemeinen Bemerkungen über den Bau des Wassergefäßsystems wenden wir uns jetzt zu einer speziellen Betrachtung des Verlaufs der größeren Kanäle sowie der äußeren Mündungsstellen derselben bei verschiedenen Formen. Schon unter den rhabdocölen Turbellarien tritt uns in dieser Beziehung eine recht große Mannigfaltigkeit entgegen. Eine sehr einfache Anordnung finden wir bei den Makrostomeen, wo zwei seitliche Längsstämme vorhanden sind, die sich vorn und hinten verzweigen; Öffnungen nach außen wurden nicht nachgewiesen. Bei einigen Mikrostomeen (*Alaurina*) ist der Verlauf ähnlich, und eine terminale Mündung wurde aufgefunden; bei anderen Formen dieser Familie (*Stenostoma*) finden sich aber Verhältnisse, die es schwierig ist auf die ersterwähnte Anordnung zurückzuführen: es findet sich hier ein medianes, dorsal gelegenes Hauptgefäß, das vorn nach der Ventralseite umbiegt und von hier eine Strecke nach hinten verläuft; weiter nach hinten löst sich dieses mediane Ventralgefäß in ein Netzwerk auf. — Bei den Mesostomeen und Probosciden kommen ähnliche Verhältnisse wie bei den Makrostomeen vor; die Mündungen liegen bei den Probosciden zu beiden Seiten der weiblichen Geschlechtsöffnung; bei den Mesostomeen kommt die interessante Abweichung vor, daß die Hauptstämme sich (getrennt) mittels Queräste in die Pharyngealtasche öffnen. Bei den Vorticiden liegen die Öffnungen der Hauptstämme nach v. Graff weit nach hinten, nach Francotte dagegen (bei *Derostomum*) ziemlich nahe am Vorderende, vor dem Munde. Bei letzterer Gattung finden sich jederseits zwei Kanäle, die vorn durch mehrere, hinten durch eine Querschlinge verbunden sind. Auch bei den Prorhynchiden sind vier Längsstämme vorhanden, die vorn durch eine Querkommissur verbunden sind; es finden sich zwei getrennte Mündungen an der Bauchfläche, kurz hinter dem Pharynx. Bei den sog. Alloiocölen (den Familien der

[1] Eine Zeitlang wurde angenommen, die Höhlen des feinen Kanalsystems wären durch seitliche Fenster an den kolbenförmigen Erweiterungen mit Spalten und Lücken des Parenchyms in Verbindung gesetzt (Fraipont, Francotte); jedoch haben sich alle späteren Beobachter der Auffassung Pintner's angeschlossen, nach welcher die genannten Erweiterungen vollkommen geschlossen sind.

[2] Bei *Derostomum* wird jedoch ein Fehlen der Wimperflammen in den Erweiterungen angegeben, dagegen sollen solche hier in den größeren Stämmen vorkommen (Francotte).

Plagiostomiden und der Monotiden) finden sich nur zwei seitliche Hauptstämme, die sich nach hinten zu einem medianen Kanal vereinigen und ziemlich nahe am Hinterende ausmünden[1]. Endlich fand Braun bei der interessanten Gattung *Bothrioplana* etwa in der Mitte des Körpers eine Endblase, die wahrscheinlich kontraktiler Natur ist; in dieselbe münden vier Hauptstämme ein.

Am wenigsten sind die Exkretionsorgane bei den Polycladen bekannt. Man weiß hier nur soviel, daß sich dieselben typischen Teile wie bei anderen Plattwürmern vorfinden (Exkretionswimperzellen, größere und kleinere Kanäle); über die Lage, den Verlauf und die Ausmündungsweise derselben hat man noch keine nur einigermaßen begründete Vorstellung.

Etwas besser kennt man die Verhältnisse bei den Tricladen. Vor allem ist hier (im Gegensatz zu den Rhabdocölen) die Existenz zahlreicher seitlicher Ausmündungen (»Foramina secundaria«, Fraipont) hervorzuheben; bei der überhaupt eine beachtenswerte Metamerie darbietenden *Gunda segmentata* sind diese Öffnungen sogar höchst regelmäßig segmental geordnet. Was den Verlauf der Hauptstämme betrifft, so scheint auch hier den Variationen freier Spielraum gegeben. Bei *Gunda* finden sich vier Hauptstämme, alle durch reichlich vorhandene Anastomosen verbunden; bei *Planaria albissima* sind zwei dorsal gelegene Stämme vorhanden, die vor den Augen durch eine Querkommissur verbunden sind. Bei *Polycelis nigra* endlich sollen die Hauptstämme in ein Netzwerk jederseits aufgelöst sein, dem die wimpernden Erweiterungen direkt aufsitzen[2].

Bei allen Turbellarien bestehen auch die Hauptstämme des Wassergefäßsystems aus durchbohrten Zellen; es läßt sich an ihnen durchaus keine epithelarfig ausgebildete Gewebsschicht erkennen[3].

Während das Vorkommen einer kontraktilen Endblase bei den Turbellarien nur einen vereinzelten Ausnahmefall darstellt, ist solches bei den Trematoden Regel geworden, und bisweilen erlangt dieses Gebilde hier eine ganz mächtige Entwickelung, wie z. B. bei *Bucephalus*; bei einigen Formen, so z. B. bei *Distomum squamula*, ist es in zwei Zipfel ausgezogen. Nur in einzelnen Fällen (*Epibdella*, *Pseudocotyle*) münden die Hauptstämme des Exkretionsapparates ohne Vermittelung einer solchen Blase nach außen, in den genannten Fällen ziemlich weit nach vorn;

---

[1] Bei einer Art der Gattung *Monocelis* (nach v. Graff = *Monotus*) kommen jedoch zwei innere und zwei äußere Kanäle vor, welche jederseits vorn ineinander übergehen (Francotte).

[2] Nach der Figur von Francotte scheint es allerdings, als ließen sich jederseits drei Längsstämme unterscheiden.

[3] Außer den älteren Beobachtungen namentlich von O. Schmidt und M. Schultze ist für die Turbellarien wesentlich folgende Litteratur zu beachten: Schneider, Vierzehnter Bericht d. Oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. 1873. — v. Kennel, Arbeiten a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. V. 1880. — Francotte, Bull. de l'acad. de Belgique. Sér. 3, Tom. I u. III. 1881—1882. — v. Graff, Monographie der Turbellarien. I. 1882, sowie Morphol. Jahrb. Bd. VIII. 1882. — Lang, Mitt. a. d. zool. Station Neapel. Bd. III. 1882, sowie Monographie der Polycladen. 1884. — Braun, Arch. f. d. Naturkunde Esth-, Liv- u. Kurlands. Bd. IX. 1882. — Jijima, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XL. 1884.

sonst ergießen sie ihr Sekret in eine solche. Die Anordnung der größeren Stämme kann übrigens auch hier verschieden sein. Bei *Distomum squamula* z. B. sind rechts und links zwei Kanäle vorhanden, die vorn (jederseits) durch eine Anastomose verbunden sind; außerdem treten in derselben Gegend die zwei inneren Stämme in der Mittellinie zusammen. Bei *Distomum divergens* finden wir zwei nach vorn laufende Hauptstämme, von denen sich zwei vordere und zwei hintere engere Kanäle abzweigen. Bei *Bucephalus* münden in die Blase zwei quere Stämme, deren jeder durch Zusammentreten eines vorderen und eines hinteren Längsstamms hergestellt wird. Bei *Aspidogaster* endlich sind zwei große kontraktile Hauptstämme vorhanden (die vielleicht den beiden seitlichen Hälften der Blase entsprechen); dieselben gehen weit nach vorn in das feinere Kanalsystem über, deren engere Stämme bald umbiegen und nach hinten laufen. — Bei den Trematoden sind ganz wie bei den Turbellarien die Lumina sowohl der großen wie der kleinen Kanäle intracellulär[1].

Weitaus die größte Mannigfaltigkeit in Bau und Anordnung der Hauptstämme des Wassergefäßsystems treffen wir jedoch bei den Bandwürmern (Cestoden). Besonders verdient es hervorgehoben zu werden, daß die Zahl der Stämme jedenfalls von Anfang an immer größer als zwei ist, wenn man auch in einzelnen Fällen bei älteren Proglottiden nur jederseits einen solchen findet (wie bei den gewöhnlichen Tänien); auch hier sind nämlich bei ganz jungen Tieren vier gleichgroße Kanäle vorhanden, von denen aber zwei sich nach und nach verschmälern, bis in den älteren Proglottiden ein völliger Schwund derselben eintritt; erst die Untersuchung der Jugendstadien hat die lange Zeit herrschende Lehre beseitigt, daß für viele Bandwürmer die Zweizahl der Längsstämme des Exkretionsapparates typisch sei. Im Gegenteil kann man wohl jetzt mit ziemlicher Sicherheit behaupten, daß die Grundform des Wassergefäßsystems bei den Cestoden durch die Vierzahl der Längsstämme dargestellt wird. In den einfachsten Fällen treffen wir diese nur jederseits vorn im Scolex durch eine Schlinge miteinander verbunden (vergl. Fig. 2); Anastomosen zwischen dem System rechter und linker Seite sowie Inselbildungen in den Stämmen fehlen vollkommen oder sind nur höchst sparsam vertreten (so z. B. bei *Acanthobothrium coronatum*, *Phyllobothrium gracile*, *Scolex Trigonis pastinacae*); die Verhältnisse komplizieren sich indessen nach und nach bei anderen Formen, indem wir erst eine oder mehrere Queranastomosen vorfinden (*Anthobothrium musteli*; die Stirnanastomose bei *Tetrarhynchus longicollis*); durch eine Inselbildung in dieser Stirnanastomose leitet sich der sog. Gefäßring im Scolex der Tänien leicht ab (Fig. 3), wie von Pintner überzeugend nachgewiesen wurde; durch weitere Inselbildungen in den Längsstämmen und in den Anastomosen entsteht dann ein ganzes Netzwerk im Scolex (Hoek's encystierter *Tetrarhynchus*-Scolex; *Taenia rhopalocephala* und *T. crassicollis*). Aber auch die Anzahl der Längsstämme in der Strobila wird in vielen

[1] Die neuere Litteratur des Exkretionsapparats der Trematoden ist wesentlich folgende: Bütschli, Zool. Anzeiger. 1879. — Fraipont, Arch. de Biologie. Tom. I—II. 1880—1881. — Ziegler, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXXIX. 1883. — Thomas, Quart. journ. of microscop. science. Vol. XXIII. 1883.

Fällen bedeutend vergrößert, ein Vorgang, der wahrscheinlich in letzter Instanz auch auf eine weit getriebene Inselbildung zurückzuführen ist. So finden wir z. B. bei *Abothrium* jederseits drei Längsstämme; bei *Triaenophorus* können zehn solche unterschieden werden, bei *Caryophyllaeus* vierzehn, ja bei *Leuckartia* sind nach Moniez 36—38 vorhanden. Endlich lassen sich bei einigen Formen gar keine Längsstämme unterscheiden, sondern es findet sich ein reich verästeltes Netzwerk von Kanälen (wie bei *Ligula* und *Schistocephalus, Dipylidium latissimum*).

Wollen wir es versuchen, den Grundtypus des Wassergefäßsystems der Cestoden, wie er bei den Phyllacanthinen vorliegt (vergl. oben), auf den einfachen Typus der Turbellarien mit zwei Längsstämmen zurückzuführen, so muß entweder eine Umbiegung der Hauptstämme nach hinten angenommen werden oder es muß die Existenz der vier Stämme aus der Bildung einer sehr weiten Insel in den Hauptstämmen abgeleitet werden. Für die letztere Alternative spricht sowohl die starke Neigung zur Inselbildung überhaupt bei den Cestoden als auch der Umstand, daß alle vier Gefäße in die Endblase einmünden (vergl. unten); würden wir die Umbiegungshypothese annehmen, dann wäre jedenfalls die Einmündung der zwei Stämme als eine sekundäre Erwerbung anzusehen.

Auch bei den Bandwürmern finden wir im Scolex (wie natürlich in der ältesten Proglottide) eine kontraktile Endblase, in welche die Längsstämme einmünden. In einem einzelnen Falle (bei *Taenia cucumerina*) wurde auch bei den jüngeren Proglottiden die Entstehung einer solchen Blase beobachtet (Leuckart); in weitaus den meisten Fällen, wo sich die reifen Proglottiden loslösen, scheinen die vier Stämme in den jüngeren Gliedern gesondert auszumünden. Bei vielen Bandwürmern finden sich außerdem zahlreiche seitliche Ausmündungen (»Foramina secundaria«), wie beim *Scolex Trygonis pastinacae*, *Tetrarhynchus tenuis*, *Bothriocephalus punctatus*, *Triaenophorus nodulosus*. — Die Hauptstämme der Cestoden zeichnen sich, wie schon erwähnt, im Gegensatz zu denjenigen der Trematoden und Turbellarien durch den Besitz eines deutlichen Epithels aus[1].

Bei den bisher erwähnten Gruppen der Plattwürmer waren die feinen Verzweigungen des Wassergefäßsystems im ganzen Körper herum zerstreut; sie breiten sich sozusagen überall aus. In dieser Beziehung macht sich bei den Nemertinen eine Spezialisierung, eine Lokalisierung geltend, eine Thatsache, die erst vor wenigen Jahren von meinem Freunde v. Kennel erkannt wurde, die man aber noch nicht gehörig gewürdigt hat. Der Exkretionsapparat der Nemertinen ist nämlich auf den dicht nach dem Mund folgenden Abschnitt des Körpers beschränkt, und in der weiter hinten gelegenen, weit ausgedehnten Genitalregion fehlt er vollkommen. Ich möchte diese Thatsache ganz besonders betonen, weil sie für den Vergleich zwischen dem Exkretionsapparat niederer und höherer Würmer nicht ohne Bedeutung ist (vergl. weiter unten), indem nämlich

[1] Außer den älteren Arbeiten von G. R. Wagener, R. Leuckart u. a. ist von neuerer Litteratur zu nennen: Fraipont, l. c. — Hoek, Niederländ. Archiv für Zool. Bd. V. 1879. — Pintner, Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien. Bd. III. 1880. — Moniez, Mémoire sur les Cestodes. Paris 1881. — Riehm, Studien an Cestoden. Diss. Halle 1882. — Kießling, Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 48. Bd. I. 1882.

die Nemertinen die Brücke von den eigentlichen Plattwürmern zu den Anneliden schlagen. Die erwähnten Organe setzen sich bei den Nemertinen aus zwei Hauptstämmen zusammen, die jederseits vom Schlunde verlaufen und zahlreiche Äste abgeben, welche sich weiter verzweigen. An ihrem Hinterende (also eine kurze Strecke hinter dem Munde) können sie durch einen einfachen Porus jederseits nach außen münden; auch hier sind aber bei mehreren Formen zahlreiche Pori vorhanden[1]. Endlich wurde kürzlich die Existenz innerer Mündungen in die seitlichen Blutgefäße behauptet, eine Angabe, die man wohl vorläufig berechtigt ist mit gehöriger Reserve aufzunehmen. — Wie oben erwähnt, ist sowohl an den Hauptstämmen wie an den Zweigen ein deutliches Epithel vorhanden[2].

Von der Entwickelungsgeschichte des Exkretionsapparates bei den Plattwürmern wissen wir leider so gut wie gar nichts. Die einzigen mir bekannt gewordenen näheren Angaben hierüber rühren von Lang her. Dieser Autor meinte einen entodermalen Ursprung der Exkretionswimperzellen nachgewiesen zu haben, für welche Annahme er als Hauptbeweis das Vorkommen ähnlicher Vakuolen (»Exkretionsvakuolen«) in jenen und in den Zellen des Darmepithels benutzt. Wenn man indessen erwägt, wie der genannte Verfasser von einigen ungeheuerlichen Spekulationen auch in seinen Beobachtungen beeinflußt war, und wenn man bedenkt, daß jene Ansichten ihn sogar zu derartigen erstaunlichen Beobachtungsfehlern verleiteten wie den, sowohl für die Segmentalorgane wie für die Hoden der Blutegel einen entodermalen Ursprung anzugeben, dann wird man wohl auch seine Mitteilungen über die entodermale Entstehung der Exkretionswimperzellen bei *Gunda segmentata* kaum ohne weiteres annehmen; bis eine Bestätigung der Lang'schen Beobachtungen vorliegt, wird man vielmehr berechtigt sein, im Anschluß an die Entwickelung der Kopfnieren der höheren Würmer zu vermuten, daß die Exkretionswimperzellen der Plattwürmer im mesodermalen Parenchym entstehen. Auch über die Entstehung der Hauptstämme des Wassergefäßsystems ist nichts bekannt[3].

Der Exkretionsapparat der Rädertiere schließt sich dem der Plattwürmer genau an. Typisch für die Rädertiere ist die Existenz zweier längsverlaufender, oft sehr geschlängelter Hauptstämme, die Zweige abgeben, welche mit Exkretionswimperzellen endigen. Ein neuerer Beobachter (Eckstein) kam hier zu einem ähnlichen Ergebnis wie Fraipont und Francotte für die Plattwürmer (vergl. oben), daß jede der wim-

---

[1] An einer Querschnittserie durch den vorderen Teil eines nicht ganz ausgewachsenen *Lineus Gesserensis* fand ich jederseits 5—6 äußere Öffnungen des Wassergefäßsystems. Innere Öffnungen in die Blutgefäße gelang es mir aber nicht hier aufzufinden.

[2] M. Schultze, Beitr. zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswalde. 1851. — v. Kennel, Arbeiten a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. IV. 1878. — Hubrecht, Zool. Anzeiger. 1885.

[3] Ganz neuerdings wurden (auch von Lang) zwei gelbgefärbte ektodermale Einstülpungen zu den Seiten des Mundes eines Polycladenembryos (*Discocelis tigrina*) als Anlagen für Teile des Wassergefäßsystems gedeutet, doch fehlen alle näheren Anhaltspunkte für diese Annahme.

pernden Erweiterungen durch ein seitliches Fenster in die Leibeshöhle sich öffnet; indessen werden solche Fenster von einem anderen Autor, der sich auch kürzlich mit dieser Frage beschäftigte (Plate), nicht angegeben, und bei der jedenfalls mit den Rädertieren sehr nahe verwandten Gattung *Dinophilus* sollen die Trichter ganz geschlossen sein. Bei der letztgenannten merkwürdigen Form wird ein Schwund der Hauptstämme angegeben; es sollen bei *D. gyrociliatus* 5 Paare von »segmentalen« Exkretionsorganen vorkommen, deren jedes nach innen einen geschlossenen Trichter mit Exkretionswimperzelle besitzt und nach außen mittels einer Öffnung die Haut durchbricht[1]. Bei allen eigentlichen Rädertieren dagegen öffnen sich die Hauptstämme entweder direkt oder mittels einer kontraktilen Endblase in die Kloake. — Auch bei der kleinen Gruppe der *Gastrotricha* wurde ein Wassergefäßsystem ähnlicher Art in Form eines sehr geknäuelten Gefäßes nachgewiesen; dasselbe liegt jederseits neben dem Anfangsteil des Darms; Wimperung und kolbenförmige Erweiterungen wurden nicht beobachtet, die äußeren Mündungen dagegen finden sich ziemlich weit nach vorn an der Bauchseite[2].

Wie Bütschli kürzlich das Nervensystem der Nematoden auf dasjenige der Plattwürmer zurückführte[3], so ist wohl auch ihr Exkretionsapparat zunächst dem bei den Plattwürmern geschilderten Typus einzuordnen; indessen läßt die Kenntnis desselben bei der erstgenannten Gruppe viel zu wünschen übrig. Es finden sich gewöhnlich zwei oder (z. B. bei *Strongylus*) vier Längsstämme, die in den Seitenfeldern gelagert und ziemlich weit nach vorn miteinander durch eine Anastomose verbunden sind und hier mit einer medianen Öffnung nach außen münden. In einigen Fällen (besonders bei den Gordiaceen) ist jedoch das ganze Organsystem rudimentär oder fehlt vollkommen (zugleich mit den Seitenfeldern); auch kann nur in der einen Seitenlinie ein Gefäß vorhanden sein (*Tylenchus*). Eine Beziehung zur Leibeshöhle ist nicht vorhanden; dagegen meinte ein neuerer Beobachter (Joseph) durch Injektion eine Verbindung der großen Längsgefäße mit einem feinen, die Oberfläche aller Organe umspülenden Gefäßsystem zu finden; indessen fehlen hierüber noch genauere Angaben[4]. — Ob endlich das bei den Akanthocephalen vorkommende »subkutikulare Röhrensystem«, das auch mit den sogen. Lemnisken (Fortsätzen der »Subcuticula« in die Leibeshöhle hinein) in Verbindung steht — ob diese Organe in den hier geschilderten Typus mit hineingehören, erscheint, wenn auch nicht unwahrscheinlich, so doch nicht sicher.

---

[1] Dieses Verhalten der Exkretionsorgane von *Dinophilus* bildet eine interessante Parallele zu der Abgliederung der Urnieren bei *Polygordius* und bei den Blutegeln (vergl. unten).

[2] Vergl. von neuerer Litteratur über *Rotatoria, Dinophilus* und *Gastrotricha:* Bütschli, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXVI. 1876 (*Chaetonotus*). — Eckstein, ibid. Bd. XXXIX. 1883. — Korschelt, ibid. Bd. XXXVII. 1882 (*Dinophilus*). — Plate, Zool. Anzeiger. 1884. — Lang, Monographie der Polycladen. 1884 (Beobachtungen über *Dinophilus* von E. Meyer).

[3] Bütschli, Morphol. Jahrb. Bd. X, 4. 1885.

[4] Über Nematoden sind wesentlich die bekannten älteren Arbeiten von Schneider, Leuckart und Bütschli zu vergleichen. Dann auch Joseph, Zool. Anzeiger. 1882.

II.

In scharfem Gegensatz zu dem Typus des ungegliederten, verzweigten Exkretionsapparats, wie wir ihn eben eingehend geschildert haben, steht der gegliederte Typus dieses Organsystems, wie er bei den Anneliden vorkommt. Wir wollen hier zuerst die einfacheren, fast sozusagen embryonalen Formen dieser sogen. Segmentalorgane betrachten, wie sie sich bei solchen niedrig organisierten Gattungen wie *Protodrilus* und *Histriobdella* vorfinden. Jedes Segmentalorgan hat hier die Form einer fast geraden, gestreckten Röhre, die mittels eines Querastes hinten nach außen mündet (vergl. Fig. 4). Vorn durchbohrt jedes derselben das vor der äußeren Mündung liegende Dissepiment und öffnet sich mittels eines Wimpertrichters in die Höhle des davorliegenden Segments. Der ganze übrige Teil des Kanals liegt bei solchen niederen Formen wie den genannten außerhalb der Leibeshöhle, retroperitoneal; bei höher entwickelten Gruppen wird dagegen auch dieser allgemein in eine Segmenthöhle hinein von der Hautmuskelplatte abgeschnürt und ist demgemäß rings herum vom Peritoneum umgeben. So hat denn hier jedes Segmentalorgan gewöhnlich Beziehungen zu zwei aufeinander folgenden Segmenthöhlen: der Trichter öffnet sich in die vordere hinein[1], der Hauptteil des Organs liegt aber in der hinteren und öffnet sich im Bereiche dieses Segments nach außen. Die Beziehung zu der hinteren ist, wie der Vergleich mit den erwähnten niederen Formen lehrt, eine sekundäre, während das Offensein des Wimpertrichters gegen die vordere Segmenthöhle als eine primäre Eigentümlichkeit der Segmentalorgane gelten muß. — Zugleich erhält sich die einfache, gestreckte Form der Organe nur bei verhältnismäßig wenigen Formen; bei den meisten wird der Kanal auf sich selbst zurückgebogen und bildet so eine Schleife (die »schleifenförmigen Organe«); somit entstehen mehr oder weniger komplizierte Verhältnisse. — Die Wandung besteht entweder aus durchbohrten Zellen oder sie wird von einem deutlichen Epithel gebildet, ganz dieselben Modifikationen der histologischen Zusammensetzung also, die wir am Wassergefäßsystem der Plattwürmer vorfanden. Wimperung kann sowohl im ganzen Organ wie in einzelnen Teilen desselben vorkommen, jedoch auch ganz fehlen. — Bei den meisten marinen Annelidenformen dienen die Segmentalorgane zugleich als Leitungswege für die Geschlechtsprodukte.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen gehen wir zur Betrachtung einiger spezieller Beispiele über. Schon bei *Polygordius* treten die Segmentalorgane als leicht gebogene Kanäle auf (vergl. Fig. 7 c), welche in ganz normaler Weise die Dissepimente durchsetzen[2]: die hinter den Dissepimenten liegenden Abschnitte derselben liegen noch immer außerhalb des Peritoneums. — Recht interessant erscheint das Verhalten der Exkretionsorgane bei *Ctenodrilus*: es findet sich hier nur ein Paar, das im vordersten (eigentlichen) Segment gelagert ist und dessen trichter-

[1] Bei einzelnen Formen (*Polydora*) liegt der Trichter im Dissepiment selbst. Dasselbe ist mit den Samentrichtern von *Lumbriculus* der Fall.

[2] Von dem mit Unrecht sogenannten „ersten Segmentalorgan“ von *Polygordius* wird unten die Rede sein.

förmige Erweiterung vor dem ersten (rudimentären) Dissepiment liegt[1]. — Gewöhnlich bleibt bei den polychäten Anneliden die einfache gebogene Form der Segmentalorgane bestehen; dabei rücken sie jedoch ganz in die Leibeshöhle hinein. Typisch findet sich in jedem Segment ein Paar dieser Organe; jedoch wurde neuerdings bei den Capitelliden der Nachweis geliefert, daß (besonders in den hinteren Segmenten) mehrere Paare auftreten. Im ganzen verhalten sich bei dieser kleinen Familie die Segmentalorgane höchst interessant: sie liegen hier bei den erwachsenen Tieren nur innerhalb eines und desselben Segments und durchsetzen nicht die Dissepimente; das einzelne Organ kann eine einzige oder auch mehrere innere Öffnungen besitzen, und ebenso kann entweder nur ein einzelner oder es können doppelte Ausführungsgänge an ihm vorhanden sein; auch kommen Anastomosen zwischen denselben innerhalb eines und desselben Segments vor. Eigentliche Öffnungen existieren nicht, sondern das Sekret soll innerhalb der Cuticula entleert werden. Man könnte vielleicht geneigt sein — insbesondere im Anschluß an die unten ausführlich zu erwähnende Einheitstheorie des Exkretionsapparates der Würmer — in dem eben geschilderten Verhalten der Segmentalorgane der Capitelliden einen sehr ursprünglichen Zustand zu erblicken; indessen wird eine solche Vorstellung durch die Beobachtungen Eisig's an ganz jungen Tieren sofort widerlegt. Bei solchen kommt nämlich in jedem Segment nur ein einziges Paar von Segmentalorganen vor, die in typischer Weise die Dissepimente durchsetzen; eine Spaltung der äußeren Mündung findet nicht statt, wie denn auch Anastomosen und eine Mehrzahl innerer Mündungen nicht vorzukommen scheinen. Diese ursprünglichen Segmentalorgane (»Larvensegmentalorgane« Eisig's), die auch bez. der Gestalt etwas von den definitiven abweichen, werden nach und nach mit der Ausbildung der letzteren rückgebildet, so daß man beim erwachsenen keine derselben mehr antrifft. Die Zahl der definitiven Segmentalorgane nimmt mit dem Alter zu; am größten wird sie in den hintersten Segmenten[2].

In vielen Fällen treten besondere Differenzierungen der Segmentalorgane hervor, so namentlich unter den sedentären Anneliden. Bei *Terebella conchilega* treten sie in zwei Formen auf: es finden sich erstens zwei Paare sehr drüsiger Organe, das eine vor, das andere hinter dem Diaphragma, denen beiden die inneren Mündungen abgehen; zweitens trifft man mehr nach hinten weitere zwei Paare, die ganz anders ausgebildet sind: sie haben einen weniger drüsigen Bau, stehen durch

[1] Kennel und Zeppelin vergleichen das Segmentalorgan von *Ctenodrilus* der Kopfniere bei *Polygordius*. Wahrscheinlicher scheint mir der Vergleich mit dem sogen. ersten Segmentalorgan letzterer Gattung, das allerdings nur ein abgegliederter Teil der Kopfniere ist (vergl. unten). Um die Richtigkeit dieses Vergleiches zu beweisen, ist jedoch jetzt (nach den neueren Untersuchungen über den Bau der Kopfniere von *Polygordius*) ein näheres Studium besonders des Baues des Trichters bei *Ctenodrilus* notwendig.

[2] Außerdem finden sich bei *Capitella* besondere Samentaschen beim ♀, sowie umstülpbare Begattungsorgane beim ♂ im 8. Segment, dem sonstige Segmentalorgane abgehen. Möglicherweise sind jene auf umgebildete Segmentalorgane zurückzuführen (Eisig).

Wimpertrichter mit der Leibeshöhle in Verbindung und dienen als Leitungswege für die Geschlechtsprodukte. Etwas verschieden verhalten sich andere Arten von Terebelliden. — Auch bei *Ophelia* findet sich eine ähnliche Differenzierung der Segmentalorgane; jedoch liegen hier die drüsig ausgebildeten, nach innen geschlossenen Organe, deren fünf Paare vorhanden sind, nach hinten von den (auch fünf Paaren von) Geschlechtswegen. Bei *Sabella* und Verwandten deutet man teils die mächtigen tubiparen Drüsen, die im Vorderkörper gelagert sind, als umgebildete Segmentalorgane, weiter nach hinten kommen aber daneben in allen Segmenten einfache, typische Segmentalorgane vor, die die Geschlechtsstoffe herausbefördern [1].

Ihre höchste Ausbildung erlangen jedoch die Segmentalorgane bei den Oligochäten und den mit diesen naheverwandten Hirudineen. Am einfachsten verhalten sich hier die limikolen Oligochäten, unter denen es Formen gibt (z. B. *Tubifex*), bei denen nur die Länge und die vielfachen Windungen des Kanals das Segmentalorgan vor dem der Polychäten auszeichnen. Schon bei anderen Limikolen (z. B. Enchyträiden) komplizieren sich die Verhältnisse, indem die beiden Schenkel der Schleife miteinander verwachsen, so daß scheinbar eine Erweiterung des Organs mit einem auf sich selbst zurückgebogenen Kanal entsteht (vergl. Fig. 5); es können bei verschiedenen Formen größere oder kleinere Strecken der Verwachsung anheimfallen, darin macht sich eben eine bedeutende Variabilität geltend. Indem der Kanal namentlich in der Verwachsungsregion immer mehr Biegungen und Schlingungen macht (Fig. 5), mehren sich die Komplikationen, und wir gelangen dabei schließlich zu solchen verwickelten Verhältnissen, wie sie bei den Regenwürmern vorliegen, von deren Segmentalorganen die ausgezeichnete wörtliche und bildliche Darstellung Gegenbaur's wohl allgemein bekannt sein dürfte. Diese so hoch organisierten Gebilde der Regenwürmer sind — durch besondere histologische Differenzierung einzelner Abschnitte und durch die Verlängerung und vielfache Umbiegung des Kanals besonders innerhalb des Verwachsungsabschnittes — aus denen der Limikolen abzuleiten. — Während bei den Polychäten die Segmentalorgane meistens ein deutliches Epithel besitzen, ist bei den Oligochäten das Lumen des eigentlich drüsigen Abschnittes intracellulär.

Nach dem Vorgange mehrerer Forscher, vor allem Claparède's, hat man die Geschlechtswege der limikolen Oligochäten als umgebildete Segmentalorgane gedeutet; sie zeigen nämlich vollkommen den typischen Bau solcher, und eben in den Segmenten, wo sie vorkommen, fehlen die eigentlichen Segmentalorgane. Wie höchst plausibel nun auch diese Deutung erscheint, so wurde sie doch neuerdings von mehreren Forschern (Perrier, Vejdovsky) auf Grund einiger anatomischer und entwickelungsgeschichtlicher Befunde angefochten. Besonders ist die Beobachtung Vejdovsky's hervorzuheben, daß in den

[1] Die obigen Angaben sind meistens der Arbeit Cosmovici's (Arch. de zool. exp. et gén. Tom. VIII. 1880) entnommen. Auf die theoretischen Bemerkungen des Verf. über „Bojanus'sche Organe" und „Segmentalorgane", die eine Verwirrung der Begriffe des Autors verraten, halte ich es für überflüssig näher einzugehen.

Geschlechtssegmenten der Enchyträiden ursprünglich normale Segmentalorgane vorhanden sind, die aber beim Eintritt der Geschlechtsreife degenerieren, während Samenleiter, Eileiter und Samentaschen als Neubildungen entstehen. — Bei den Regenwürmern meinte man auch früher nicht die Geschlechtswege auf Segmentalorgane zurückführen zu können, weil solche neben jenen in den geschlechtlich ausgebildeten Segmenten vorkommen[1]. Indessen erscheint diese ganze Frage nach den für die allgemeine Morphologie des Exkretionsapparates wichtigen oben dargestellten Beobachtungen Eisig's an *Capitella* in eine neue Phase getreten.

Bei den Blutegeln[2] schließt sich der Bau der Segmentalorgane sehr eng an denjenigen der Oligochäten an. Bei den niedriger organisierten Formen, wie bei *Clepsine* und *Nephelis*, lassen sie sich am besten denjenigen der Limikolen vergleichen: wir finden hier einen einfach gebauten, mehr oder weniger gebogenen Kanal, dessen Wände im Schlingenabschnitt in größerer oder geringerer Ausdehnung miteinander verwachsen sind; bei den höheren Formen (*Hirudo*, *Aulastoma*) sind jedoch die Verhältnisse ähnlicher denjenigen der Regenwürmer. — Der ganze drüsige Teil des Organs besteht aus durchbohrten Zellen, und in gewissen Abschnitten verzweigt sich das Lumen des Kanals in die Zellkörper hinein. Fast immer kommt an jedem Segmentalorgan ein besonders hoch differenzierter Endabschnitt vor, der von dem übrigen Teil des Organs einen verschiedenen Ursprung (vergl. weiter unten) und eine verschiedene histologische Ausbildung hat: es ist eine kontraktile Blase mit kurzem Ausführungsgang; sie besitzt ein deutliches Epithel und einen Muskelbeleg. Über die Existenz innerer Mündungen (Wimpertrichter) lauten die Angaben der neueren Verfasser sehr verschieden. Während man es früher fast immer so darstellte, als wären Wimpertrichter, die sich in die blutführenden Sinusse öffnen sollten, bei *Nephelis* und *Clepsine* vorhanden, fehlten dagegen bei *Hirudo* und *Aulastoma*, so wurde neuerdings einerseits die Existenz der Trichter auch für die erstgenannten Gattungen bestritten (Vejdovsky), anderseits sowohl hier wie auch für die letztgenannten Formen behauptet (Bourne[3]).

Bei den Gephyreen endlich sind die Segmentalorgane gewöhnlich als Ausführungsgänge der Geschlechtsprodukte thätig; ob sie daneben noch als Exkretionsorgane fungieren, erscheint zweifelhaft. Jedes derselben hat den typischen Bau eines Segmentalorgans: es ist schlauchförmig und hat einen inneren, in die Leibeshöhle sich öffnenden Wimpertrichter sowie eine seitliche äußere Mündung. Unter den Echiuriden finden sich bei *Echiurus* zwei Paare dieser Organe, die im vorderen Teile des Körpers, kurz hinter den Bauchborsten gelagert sind; bei *Thalassema* finden sich drei solche Paare, bei *Hamingia* kommt nur ein Paar vor;

[1] Bei *Perichaeta* sollen die Segmentalorgane nach Perrier rudimentär sein und keine äußeren Oeffnungen besitzen.

[2] Von einigen sehr abweichenden, ganz neuen Angaben über den Exkretionsapparat der Gattungen *Pontobdella* und *Branchellion* wird unten in Zusammenhang mit der Theorie des Exkretionsapparates die Rede sein.

[3] Auch die Deutung Bourne's von den einzelnen Teilen des Gefäßsystems und der Leibeshöhle ist von der herkömmlichen sehr verschieden (ebenso wie natürlich diejenige der Einmündungsstellen der Wimpertrichter).

beim *Bonellia*-Weibchen ist entweder nur das rechte oder das linke Organ dieses einen Paares entwickelt (der sogen. Uterus), und nur in vereinzelten, abnormen Fällen treten beide nebeneinander auf: beim ♂ findet sich ein Paar Segmentalorgane, die jedoch nicht als Samenleiter fungieren; diese Funktion wird nämlich (nach SPENGEL) vom Vorderdarm ausgeführt. — Bei *Echiurus* sowie beim *Bonellia* ♀ kommen indessen andere, besondere Organe vor, sogenannte Analschläuche, die wahrscheinlich eine exkretorische Funktion verrichten. Es sind zwei schlauchförmige oder baumförmig verästelte Gebilde, die in den drüsigen Teil des Enddarms ausmünden und sich in beiden Fällen mittels zahlreicher Wimpertrichter in die Leibeshöhle öffnen. — Bei den Sipunkulaceen sind vielleicht homolog den letzterwähnten Organen der Echiuriden einige Blindsäcke, die in der Nähe des Afters nach außen münden[1]. Von eigentlichen Segmentalorganen (Ausführungsgängen der Geschlechtsprodukte) kommt hier nur ein Paar vor, das im vorderen Teil des Körpers gelagert und sowohl mit äußerer wie mit innerer Mündung versehen ist; dasselbe ist bei der sehr isoliert stehenden Gattung *Phoronis* der Fall. — Bei den Priapuliden dagegen wird ein gänzliches Fehlen der Segmentalorgane angegeben, und die Ausführungsgänge der Geschlechtsprodukte sollen mit den Hoden resp. Ovarien in direkter Kontinuität stehen (also keine inneren Öffnungen in die Leibeshöhle besitzen), und auch in anderer Beziehung scheint ihr Bau von dem typischer Segmentalorgane erheblich abzuweichen. —

Wie schon gleich von Anfang an hervorgehoben wurde, finden sich noch bei den Anneliden in Jugendstadien typisch Exkretionsorgane anderer Art als die definitiven: provisorische Bildungen, die mit dem Auftreten der definitiven Segmentalorgane fast immer spurlos verschwinden. Bei einigen Formen, die eine Metamorphose durchmachen, z. B. bei den Sipunkulaceen, sowie bei allen Formen mit direkter Entwickelung (z. B. bei den Regenwürmern, *Euaxes, Clepsine*) fehlen solche provisorische Exkretionsorgane gänzlich; bei den meisten marinen Chätopoden- und Gephyreenlarven sowie bei den Blutegeln, die sich mittels Metamorphose entwickeln (Kieferegeln), treten sie in höherer oder niederer Ausbildung auf.

Zum Ausgangspunkt für unsere Betrachtung dieser Gebilde wählen wir die Urniere (»Kopfniere«) der *Echiurus*-Larve, weil diese in ihrem Bau mit dem Exkretionsapparat der Plattwürmer fast genau übereinstimmt (vergl. Fig. 6a und b). Anfänglich ist nur ein sogen. primärer, unverzweigter Kanal vorhanden, der nach vorn läuft und hier durch eine Zelle blindgeschlossen wird (Fig. 6a, A); später entwickelt sich ein viel bedeutenderer, nach außen und hinten laufender, sekundärer Ast (Fig. 6a und b, B), der zahlreiche feine Zweige abgibt, welche sich entweder

---

[1] Schon wegen des anatomischen Verhaltens hält es Spengel nicht für unwahrscheinlich, daß die Ausmündungsstellen der Analschläuche von *Echiurus* (im „Afterrohr“) nicht dem eigentlichen Darmtraktus, sondern der äußeren Haut zuzurechnen sind, indem die Wandung des Afterrohrs bez. der Ausstattung mit Muskeln und Drüsen genau mit der Haut übereinstimmt. Auch Hatschek fand, daß die genannten Organe ursprünglich (bei der Larve) durch die Haut ausmünden.

weiter verästeln oder in derselben Weise wie der primäre Ast blind endigen; dieser letztere bildet sich bald zurück. Das ganze Organ liegt frei in der Kopfhöhle (primäre Leibeshöhle); aber die Anfänge der feinen Kanäle öffnen sich nicht in diese hinein; die Verschließung durch eine verästelte Zelle entspricht vollkommen dem Verhalten bei den Plattwürmern und Rädertieren, nur wurde eine Wimpergeißel nicht beobachtet. Diese Kopfniere besteht durchweg aus durchbohrten Zellen und mündet jederseits am Vorderende der Mesodermstreifen aus. Von den marinen Annelidenlarven besitzt jedenfalls die des *Echiurus* die am reichsten und im höchsten Grade typisch entwickelten Urnieren; unter den übrigen *Gephyrei chaetiferi* sind ähnliche, aber schwächer entwickelte Bildungen bei *Bonellia* gefunden; auch bei *Phoronis* hat man solche provisorische Organe nachgewiesen[1].

Dem eben erwähnten Zustande steht nahe derjenige, den wir bei der *Polygordius*-Larve und bei den marinen Chätopodenlarven vorfinden. Bei den so wundervoll durchsichtigen Larven der erstgenannten Gattung ist der provisorische Exkretionsapparat am besten bekannt. Derselbe besteht in voller Ausbildung jederseits aus einem nach vorn laufenden (primären) und einem dorsalwärts emporsteigenden (sekundären) Ast; am Ende jedes dieser Äste sitzen eine oder mehrere trichterförmige Erweiterungen, die »aus einer dünnen Membran bestehen, welche durch Längsrippen, ähnlich den Spangen eines Regenschirms, gestützt wird« (vergl. Fig. 7 a). Die genannten Trichter wurden ursprünglich als offen angesehen; der provisorische Exkretionsapparat sollte sich also mit mehreren Wimpertrichtern in die Kopfhöhle öffnen. Indessen haben neuere Untersuchungen gezeigt, daß sich die dünne Membran an den sämtlichen Trichtern über die vermutete Öffnung hin fortsetzt, die Trichter sind somit geschlossen; zugleich hat sich aber dabei herausgestellt, daß diese Trichter nicht den wimpernden Erweiterungen an den feinen Zweigen des Exkretionsapparates der Plattwürmer gleichgestellt werden können. Das Lumen des Kanals setzt sich nämlich in die »Spangen des Regenschirms« hinein fort, die somit hohle Bildungen, feinere Zweige der Exkretionsröhren sind; dieselben endigen blindgeschlossen. Bis an den Ursprung dieser feinsten Zweige findet Wimperung im ganzen Apparat statt, der aus durchbohrten Zellen besteht; nach außen mündet er wie bei der *Echiurus*-Larve jederseits am Vorderende der Mesodermstreifen. Frühzeitig gliedert sich (bei *Polygordius*) von dieser Kopfniere das sogen. erste Segmentalorgan ab (Fig. 7 a), das in seinem endlichen Baue der Kopfniere gleichkommt (Fig. 7 b), dagegen von allen späteren echten Segmentalorganen fundamental abweicht (vergl. Fig. 7 c)[2]. — Die Kennt-

[1] Die merkwürdige Darstellung Caldwell's (Proc. of the Royal Society. Vol. XXXIV. 1883) von dem schließlichen Schicksal des Organs bei dieser letzteren Gattung übergehe ich hier, weil sie mir einem Verständnis ganz unzugänglich erscheint.

[2] Alle späteren Segmentalorgane öffnen sich bekanntlich mittels Wimpertrichter in die sekundäre Leibeshöhle; das sogen. erste Segmentalorgan dagegen hat keine Beziehung zu dieser, sondern verhält sich gegenüber der primären Leibeshöhle (Kopfhöhle) genau wie die eigentliche Kopfniere, und morphologisch gehört es jedenfalls dieser letzteren an.

nis der entsprechenden Gebilde bei den Chätopoden ist noch weit zurück, indem die gewöhnlichen Chätopodenlarven durchaus nicht so schöne Objekte für eine derartige Untersuchung sind; man weiß eigentlich nur, daß sie auch hier typisch vorkommen (bei *Eupomatus*, *Psygmobranchus*, *Nereis* und *Sternaspis* wurden sie bestimmt angegeben); dann gab ferner ein neuerer Autor kürzlich an, daß dieselben ganz nach dem Typus des Wassergefäßsystems der Plattwürmer gebaut seien: daß jeder Kanal an seinem Anfang durch eine Exkretionswimperzelle geschlossen sei[1].

Schon bei *Polygordius* sahen wir, daß sich die Urniere in zwei verschiedene Teile abgliedert: die eigentliche Kopfniere und das sogenannte erste Segmentalorgan. Eine solche Gliederung des provisorischen Exkretionsapparates steht nicht vereinzelt da; auch bei der Larve von *Nereis* sollen mehrere Paare von Urnieren vorkommen. Ja bei den Blutegeln ist dieses Verhältnis Regel geworden. Zugleich treten die Urnieren hier (bei den eiweißschluckenden Larven der Kieferegel) in höchster Ausbildung auf. Die Zahl derselben schwankt etwas: so finden sich bei *Nephelis* zwei Paare, bei *Hirudo* drei und bei *Aulastoma* vier Paare[2]. Sie liegen immer in der primären Leibeshöhle, zwischen dem Entoderm und der provisorischen Leibeswand; äußere und innere Öffnungen gehen ihnen gänzlich ab. Wimperung im Inneren der Kanäle kommt nicht vor; die ganzen Organe bestehen aus durchbohrten Zellen. Bei *Hirudo* und *Aulastoma* (Fig. 8) sind sie typisch ringförmig, und es ist hier sehr schwierig, den speziellen Verlauf der Kanäle im Ring genauer zu verfolgen. Bei *Nephelis* setzt sich jede Urniere aus zwei verschiedenen Partien zusammen, einem Ring und einem von diesem entspringenden, nach hinten und ventralwärts laufenden Gang (vergl. das Schema Fig. 10); außerdem hat sich herausgestellt, daß sich der Kanal im Ring einmal um sich selbst herum windet. Die Existenz der konvergierenden Gänge bei *Nephelis*, im Zusammenhang mit der Entwickelungsgeschichte betrachtet, berechtigt uns, die Urnieren der Blutegel von einem ursprünglich ungegliederten und verzweigten Apparat abzuleiten (im Schema Fig. 10 durch die punktierten Linien angedeutet).

Von der ersten Entstehung der Urnieren der Chätopoden und Gephyreen sind die Schilderungen nicht sehr eingehend; wir wissen hier nur so viel, daß sich die genannten Organe aus wenigen den Mesodermstreifen angehörigen und am Vorderende dieser gelegenen Zellen aufbauen. Bei den Blutegeln ist aber die Entwickelung der Urnieren wunderschön zu verfolgen. Dieselben sprossen hier in frühen Larvenstadien als einfache Zellstränge aus den noch undifferenzierten Rumpfkeimen (= »Keimstreifen« früherer Autoren) hervor, schwellen am distalen Ende

[1] Die eben citierten Beobachtungen sind von E. Meyer angestellt, noch aber nicht in extenso veröffentlicht. Der Verfasser, der über dieselben berichtet (Lang), schreibt, daß die Trichter mit einer „intracellulären geschlossenen Wimperzelle“ (!!) endigen, und das ist nicht das einzige Beispiel von derartigen sinnlosen Ausdrücken beim Verfasser. Es wäre doch erwünscht, daß man besser ausgearbeitete, wenn auch kleinere Bücher fertig brächte.

[2] Ich glaube schon an dieser Stelle ausdrücklich hervorheben zu müssen, daß diese Abgliederung der Urnieren nirgendwo eine Beziehung zu einer Gliederung der Leibeshöhle oder zur Metamerenbildung überhaupt hat.

an (vergl. Fig. 9), lösen sich nachher vollständig von den Rumpfkeimen ab, werden ringförmig und höhlen sich schließlich aus. — Am besten können wir auch hier im Zusammenhang mit den eben genannten Thatsachen die Entwickelungsgeschichte der bleibenden Segmentalorgane betrachten. Über dieses Thema besitzen wir allerdings einige Mitteilungen von verschiedener Seite; jedoch harmonieren dieselben so wenig miteinander, daß es leider vor der Hand unmöglich erscheint, ein allgemein gültiges Bild des Vorganges zu entwerfen; vielmehr muß man sich vorläufig darauf beschränken, die einzelnen Angaben für sich zu betrachten. Nach der ältesten Darstellung (KOWALEVSKY) entsteht der größere hintere Abschnitt eines Segmentalorgans beim Regenwurm als eine Falte von der Hinterwand des Dissepiments, die sich in die zugehörige Segmenthöhle hineinstülpt; die Entstehung des Trichters sowie der äußeren Mündung gelang es dem genannten Forscher nicht zu verfolgen. Die von KOWALEVSKY geschilderte Entstehungsweise erscheint wenig verständlich mit bezug auf die anatomischen Befunde bei niederen Anneliden, indem wie erwähnt die Segmentalorgane hier retroperitoneal liegen und eben zur Hinterwand des Dissepiments durchaus keine Beziehung haben, und seine Darstellung blieb denn auch nicht ohne Widerspruch; ob allerdings die Sache in einer Weise angegriffen wurde, die geeignet war, die Widersprüche zu lösen, wollen wir vorläufig dahingestellt sein lassen. Nach HATSCHEK sollen sich bei *Criodrilus* (einem Regenwurm) alle Segmentalorgane jeder Seite aus einem in der Hautmuskelplatte verlaufenden, zelligen Längsstrang bilden, von dem sie sich nach und nach (von vorn nach hinten) abgliedern; auch dieser Verfasser kam in bezug auf die Entstehung der inneren Trichteröffnung zu keinem sicheren Ergebnis[1]. In genauer Verbindung mit dieser Darstellung stehen die Angaben desselben Verfassers über die Entwickelung der Segmentalorgane bei *Polygordius;* hier soll sich nämlich zuerst ein wimpernder Längskanal jederseits als Auswuchs nach hinten von der Kopfniere aus bilden, und aus jenem sollen sowohl das erste (ganz nach dem Typus der Kopfniere gebaute) wie auch alle späteren Segmentalorgane entstehen, indem sich der Kanal (»Segmentalgang«) in einzelne segmentale Stücke abgliedert, deren jedes nachher eine innere und äußere Mündung erhält; auch hier gelang es indessen nicht, die Entstehung der Wimpertrichter zu verfolgen. Von der eben citierten Darstellung ist bis jetzt keine Bestätigung geliefert worden, trotz der Wichtigkeit des Gegenstandes und trotzdem sich mehrere Forscher seitdem damit beschäftigten; vielmehr haben sich die Zweifel, die schon BALFOUR in seiner »Vergleichenden Embryologie« aus theoretischen Gründen diesen Beobachtungen widmete, sowohl für VEJDOVSKY wie für mich selbst durch die direkte Beobachtung nur gehäuft[2]. — Aus den sonstigen Arbeiten über Chätopodenentwickelung

[1] Die übrigens mit Reserve ausgesprochene Ansicht Kleinenberg's (Sullo sviluppo del Lumbricus trapezoides. Napoli 1878), daß die Segmentalorgane hier schlechthin als Ektodermeinstülpungen entstehen, ist jedenfalls irrig.

[2] Vejdovsky schreibt: „Indessen hat schon Balfour (Vergleichende Embryologie p. 618) richtig auf die Unmöglichkeiten der aus rein theoretischen Anschauungen resultierenden und nach meinen Erfahrungen ganz irrigen Darstellung

sind über die Entstehung der Segmentalorgane keine beachtenswerten Daten zu entnehmen[1]; auch wissen wir nichts über die Bildung der eigentlichen Segmentalorgane bei den Gephyreen, obgleich es natürlich auch hier sehr wünschenswert wäre, zu erfahren, ob (bei *Echiurus*) eine nähere Beziehung zwischen Kopfniere und Segmentalorganen bestehe oder nicht. Dagegen gibt Hatschek von den Analschläuchen des *Echiurus* an, daß sie sich im Hautmuskelblatte (des »Endsegments«) anlegen und ursprünglich neben dem After durch die Haut ausmünden; er faßt sie demgemäß als den Segmentalorganen homodyname Organe auf. — Bei den Blutegeln tritt mit großer Klarheit hervor, daß Urnieren und Segmentalorgane durchaus nichts miteinander zu thun haben. Letztere legen sich nämlich (in den Rumpfkeimen) erst an, nachdem die Urnieren sich schon lange von diesen abgelöst haben. Ebensowenig kann von einem ursprünglichen Zusammenhang zwischen den einzelnen Anlagen der Segmentalorgane die Rede sein. Diese bilden sich aus dem innersten Teil des Hautmuskelblattes als solide, segmentale Zellstränge, die sich später aushöhlen; mit jeder solchen Anlage verbindet sich nachher eine Einstülpung der (definitiven) Epidermis, die zur kontraktilen Endblase wird, wie schon Whitman und Vejdovsky angegeben haben und wie meine eigenen Erfahrungen es bestätigen[2].

III.

Indem wir jetzt zu einer vergleichenden Beurteilung der zwei oben geschilderten Haupttypen des Exkretionsapparates bei den Würmern übergehen, lautet natürlich die fundamentale Frage: sind die beiden Zustände, in denen wir das genannte Organsystem vorfinden, nur Modifikationen eines und desselben Gebildes, sind sie morphologisch gleichzusetzen? Sind aus dem Wassergefäßsystem der Plattwürmer (oder der

---

Hatschek's von der Entwickelung der Segmentalorgane bei *Polygordius* hingewiesen." — Ich selbst vermochte seiner Zeit die betreffenden „Segmentalgänge" bei der *Polygordius*-Larve auch nicht aufzufinden.

[1] Nach E. Meyer (Lang, Polycladen, p. 618) sollen sich bei *Terebella* die Anlagen der Wimpertrichter aus Zellgruppen bilden, die von der übrigen Masse des Segmentalorgans ursprünglich getrennt sind und sich erst nachträglich damit verbinden.

[2] Außer den bekannten älteren Arbeiten von Leydig, Gegenbaur, Kowalevsky und vor allem Claparède ist von neuerer Litteratur über die Exkretionsorgane der Anneliden zu beachten: Hatschek, Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien. Bd. I, III, V, VI. 1878—1885. — Eisig, Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel. Bd. I. 1879. — Spengel, ibid., sowie auch Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXXIV. 1880. — Cosmovici, Arch. de zool. exp. et gén. Tom. VIII. 1879—1880. — Vejdovsky, Monographie der Enchyträiden, sowie Denkschr. der Wiener Akademie. Bd. XLIII. 1881 u. Sitzungsber. der Böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 1884. — Perrier, Arch. de zool. exp. et gén. Tom. IX. 1881. — Bourne, Quart. journ. of micr. science. Vol. XX. 1880 und Vol. XXIV. 1884. — Kennel, Arbeiten a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. V. 1882. — Zeppelin, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXXIX. 1883. — O. Schultze, Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. XXII. 1883. — Bergh, Arbeiten a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. VII. 1885, sowie Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XLI. 1884. — Fraipont, Bull. de l'acad. de Belgique. Sér. 3. Tom. VIII. 1884. — Foettinger, Arch. de Biologie. Tom. V. 1884. — Dann auch verschiedene Kieler Dissertationen von Steen, Jacobi, Mau, Kallenbach.

Rädertiere) die Segmentalorgane der Anneliden durch bedeutungsvolle Umbildungen entstanden? Oder sind diese Organe Bildungen verschiedener Art, die miteinander in genetischer Beziehung nichts zu thun haben, die unabhängig voneinander entstanden sind?

Die Mehrzahl der modernen Theoretiker neigt der ersten Auffassung zu, sie betrachten das Wassergefäßsystem und die Segmentalorgane als homologe Dinge. Wie vollkommen berechtigt das gegenwärtige Einheitsbestreben auch ist, das die heutige Zoologie so stark durchdrungen, so geht man doch in vielen Fällen zu weit. Man erblickt oft eine typische Identität da, wo nur eine unwesentliche Übereinstimmung vorliegt; man läßt heutzutage viele bloße Analogieähnlichkeiten als wahre Homologien gelten; ja die Zügellosigkeit der Vergleiche steigert sich in vielen Fällen bis zur Lächerlichkeit für den Sachkundigen. In vielen Publikationen der Neuzeit erhält man eher ein Karikaturbild der morphologischen Wissenschaft als das Bild wahrer Forschung; über den ersten beliebigen anatomischen oder entwickelungsgeschichtlichen Befund wird endlos »theoretisch« geplaudert, und nichts kommt am Ende dabei heraus. So auch in der vorliegenden Frage! Während man sich früher gewöhnlich in vorsichtiger Weise aussprach und die Homologie des Wassergefäßsystems und der Segmentalorgane bezweifelte[1], ist dieselbe für die neueren Theoretiker »Gewißheit«, sie ist eine ausgemachte Thatsache, durch die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte bewiesen[2]. Schauen wir uns einmal ihre Gründe hierfür näher an.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich als den primären Grund für die Homologisierung die vermeintliche Gleichheit der physiologischen Leistung ansehe, wenn auch die Anhänger der Einheitstheorie des Exkretionsapparates sich davor scheuen, dies auszusprechen. Hätte man z. B. noch die Segmentalorgane als Respirationsorgane, das Wassergefäßsystem aber als Exkretionsapparat betrachtet, dann wären sie wohl schwerlich auf den Gedanken von der Homologie gekommen. Aber man führt gewöhnlich nur Gründe aus der Anatomie und Entwickelungsgeschichte an, von denen die wesentlichsten folgende sind. Erstens wird die oben reproduzierte, sehr umstrittene Darstellung Hatschek's von der Entwickelung des Nierenapparates von *Polygordius* zu Grunde gelegt; daß aber eine unsichere und bestrittene Beobachtung nicht als Beweis für eine weitgreifende Hypothese dienen kann, wird wohl jeder anerkennen. Dann aber reihen einige neuere Verfasser zwei ganz neue, noch ungeprüfte und unbestätigte anatomische Befunde hier an, nämlich fol-

---

[1] S. z. B. die verschiedenen Ausgaben von Gegenbaur's vergleichender Anatomie; vergl. auch den ersten Aufsatz („Recherches sur l'appar. excrét. des Trématodes et des Cestodes") von Fraipont in den Arch. de Biologie. Tom. I. 1880.

[2] Innerhalb dieser Einheitstheorie lassen sich zwei Modifikationen unterscheiden: nach der einen ist der gesamte Exkretionsapparat der Anneliden (Urnieren + Segmentalorgane) homolog demjenigen der Plattwürmer (Lang), während nach der anderen (Fraipont u. a.) nur die Urnieren dem Wassergefäßsystem eigentlich entsprechen, die Segmentalorgane sich dagegen im Anschluß an die Verlängerung und Metamerenbildung des Rumpfes, jedoch im Zusammenhang mit jenen gebildet haben sollen. Der Unterschied zwischen diesen beiden Varianten ist indessen weniger wesentlich.

gende. Bei *Pontobdella* wurde von Bourne angegeben, daß alle Segmentalorgane ein zusammenhängendes Netzwerk bilden, und nur die Wimpertrichter sowie die äußeren Mündungen sollen die Metamerie kundgeben. Dieser Zustand des Exkretionsapparates wurde dann gleich als ein sehr alter (»very archaic«) aufgefaßt, und wenn die Existenz der segmentalen Wimpertrichter noch Bedenken hervorrufen sollte, dann werden diese sofort durch die mehr beiläufig erwähnten und durch keine Abbildungen belegten Befunde desselben Verfassers an *Branchellion* beseitigt. Bei dieser Gattung sollen nämlich noch niedrigere Verhältnisse bestehen: die Wimpertrichter sollen einfach nicht existieren, und es finden sich nur zwei weit nach hinten gelegene äußere Öffnungen. Also bei einem Blutegel ein wahrer typischer Plattwurmexkretionsapparat! — Auch bei *Terebella* (*Lanice*) *conchilega* wurde kürzlich die Angabe gemacht, daß alle Segmentalorgane durch einen Längskanal verbunden sind[1]; auch dies wird als ein ursprüngliches Verhalten in Anspruch genommen. Ich glaube diesen letzteren Befunden und Deutungen gegenüber vorerst bemerken zu müssen, daß man weder von der Entstehung des angeblichen Netzwerkes von *Pontobdella* und *Branchellion* noch von der Entwickelungsgeschichte des Längskanals bei *Terebella* irgend welche Ahnung hat und daß demgemäß schon insofern die erwähnte Deutung höchst gewagt erscheinen muß, besonders weil bei naheverwandten Formen (Kieferegeln) die Segmentalorgane typisch segmental, ohne die geringste Verbindung untereinander entstehen. — Dann aber ist es vollkommen unstatthaft, solche Formen wie *Pontobdella*, *Branchellion* oder *Terebella* als Ausgangspunkte für derartige phylogenetische Spekulationen zu benutzen; es sind vielmehr Formen, die (jede für sich) eine sehr hohe Stellung im formenreichen Stamm der Anneliden einnehmen und deren Organisation weit davon entfernt ist, niedrige Zustände darzustellen. Aber besonders mit den Blutegeln hat man in bezug auf derartige Spekulationen großen Unfug getrieben und treibt ihn noch immer. Trotzdem der ausgezeichnete Leipziger Zoologe Rudolf Leuckart, der eigentliche Urheber der Ansicht von einer näheren Verwandtschaft zwischen Plattwürmern und Blutegeln, dieselbe längst in richtiger Würdigung der Thatsachen der vergleichenden Anatomie aufgegeben hat, trotzdem richten solche Vorstellungen noch immer in schwachen Köpfen große Verwüstung an. Und es dürfte wohl an der Zeit sein, es auszusprechen, daß, so lange man nicht allgemein den Blutegeln die ihnen zukommende hohe Stellung unter den Anneliden, am nächsten den Oligochäten anweist, es auch in der Erkenntnis der wirklichen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen niederen und höheren Würmern nicht lichter werden wird. Es erscheint heutzutage unbegreiflich, wie jemand, der mit der Anatomie der Anneliden und speziell mit der der Blutegel vertraut ist, zur Annahme einer direkten Verwandtschaft dieser Tiere mit den Plattwürmern kommen kann. Tragen wir doch diese Hypothese ein für allemal zu Grabe und suchen wir anderswo nach richtigeren Prinzipien die Wurzel des Annelidenstammes.

[1] Die Beobachtungen E. Meyer's hierüber sind noch nicht in extenso veröffentlicht; sie sind hier nach Lang's Monographie der Polycladen (Schlußkapitel) angeführt.

Dann kommt noch als dritter Einwand gegen die Einheitstheorie folgende Frage hinzu: welche Stellung in der Morphologie des Exkretionsapparates kommt den Urnieren der Blutegel zu? Wenn wir die Schriften der Anhänger der Einheitstheorie lesen, dann ist ihre Behandlung oder richtiger ihre Nichtbehandlung dieser Frage für ihr ganzes Verfahren im höchsten Grade charakteristisch. Weil sie es nämlich nicht wagen, die vorgelegte Frage in Konsequenz der Hypothese zu beantworten, lassen sie dieselbe einfach aus. Während Fraipont noch in seiner ersten Arbeit (Arch. de Biologie. Tom. I. 1880) es als wohl möglich hinstellt, daß Wassergefäßsystem und Segmentalorgane miteinander nichts zu thun haben, daß dagegen die Urnieren der Blutegel jenem homolog sind, so nimmt man es später leichter. Es ist hervorzuheben, daß sowohl in den umfassenden Erörterungen über den Exkretionsapparat der Würmer überhaupt von Hatschek und Lang als auch in den speziell die Blutegel zum Gegenstande habenden Betrachtungen Bourne's — daß in allen diesen Publikationen die Urnieren letztgenannter Tiere mit keiner Silbe erwähnt werden, trotzdem sie nicht nur die am längsten bekannten, sondern auch die überhaupt am höchsten ausgebildeten provisorischen Exkretionsorgane bei den Anneliden sind. Sie passen aber nicht in die Theorie hinein, und darum dürfen sie nicht existieren. »Reden ist Silber, Schweigen ist Gold«, sagt ein Sprichwort. Wenn die modernen Theoretiker sonst im allgemeinen nicht eigentlich als Anhänger desselben erscheinen, mit bezug auf die Urnieren der Blutegel sind sie es.

Und dennoch gehören natürlich diese Organe in jede vergleichende Betrachtung über den Exkretionsapparat mit hinein. Es heißt hier Entweder — Oder. Entweder sind die Urnieren der Chätopoden, Gephyreen und Blutegel einander homolog, und dann sind jedenfalls Wassergefäßsystem der Plattwürmer (= Urnieren der Anneliden) und Segmentalorgane der Anneliden verschiedene Gebilde, wie vor allem die am genauesten bekannte Entwickelungsgeschichte dieser Teile bei den Blutegeln beweist. Oder man wird zu der Annahme getrieben, daß bei den Anneliden zwei verschiedene Arten von provisorischen Exkretionsorganen nebeneinander vorhanden seien, die eine bei Chätopoden und Gephyreen, die andere bei Blutegeln. Letzteres würde um so mehr auffallend erscheinen, als man ein bei einer so entfernten Tiergruppe wie den Mollusken vorkommendes provisorisches Exkretionsorgan ganz allgemein mit demjenigen der Chätopodenlarven homologisiert hat. Macht sich in bezug darauf innerhalb der Würmer selbst ein solches Schwanken geltend, dann wird auch dieser Homologie der Boden entzogen sein. Vielmehr drängen alle Thatsachen der ersten Alternative zu: daß die Urnieren der Chätopoden und Gephyreen denjenigen der Blutegel entsprechen. Bei allen diesen Gruppen entstehen sie, wie wir gesehen haben, frühzeitig aus den noch undifferenzierten Mesodermstreifen (resp. Rumpfkeimen), und bei ihnen allen liegen sie in der primären Leibeshöhle, sind jedoch gegen dieselbe abgeschlossen; endlich wurde schon oben die Existenz der Urnierengänge bei *Nephelis* in morphologischer Beziehung gewürdigt. Ist aber diese Zurückführung richtig, dann fällt, wie gesagt, jeder

Versuch, das Wassergefäßsystem und die Segmentalorgane zu homologisieren, ganz weg.

Ein vierter, allerdings weniger wesentlicher Einwand wird durch die vergleichend-anatomische Reihenfolge gegeben. Während nämlich bei den drei Gruppen der eigentlichen Plattwürmer, der Trematoden und der Cestoden der Exkretionsapparat fast in der ganzen Ausdehnung des Körpers verbreitet ist und seine Zweige überall aussendet, ist dies bei den Nemertinen, der den Anneliden unbedingt am nächsten stehenden Gruppe, nicht der Fall. Das Wassergefäßsystem ist bei diesen Tieren, wie wir gesehen haben, nur auf einen sehr kleinen Bezirk beschränkt; es liegt in der ungeschlechtlichen Region dicht hinter dem Munde, also in derselben Region, wo die Urnieren der Chätopoden und Gephyreen sich vorfinden[1]. Bei der Durchführung der hier kritisierten Theorie verstößt man auch gegen diese Thatsache; denn man zieht den Vergleich nicht zwischen Nemertinen und niederen Anneliden, sondern zwischen höheren Anneliden und solchen Formen, die ihnen unendlich fern stehen. Bei den Anneliden finden sich ja die Segmentalorgane eben typisch in der Geschlechtsregion und dienen als Ausführungsgänge der Geschlechtsprodukte[2]; in der ganzen Genitalregion fehlt aber bei den Nemertinen das Wassergefäßsystem vollkommen.

Einen fünften und sehr gewichtigen Einwand bilden schließlich die Beziehungen der beiden Exkretionsapparate zu den allgemeinen Höhlen des Körpers. Bekanntlich existiert bei den Plattwürmern gewöhnlich keine eigentliche Leibeshöhle, sondern nur Spalten und Lücken im Parenchym sollen nach der gewöhnlichen Vorstellung eine Art primärer Leibeshöhle (Schizocöl) darstellen; bei den Rädertieren ist eine solche dagegen typisch vorhanden, wie auch bei den Annelidenlarven (»Kopfhöhle«). Bei diesen letzteren tritt jedoch bald eine sekundäre, segmentierte Leibeshöhle auf, die in keiner Weise jener gleichgestellt werden kann, sondern eine Bildung ganz eigener Art ist. Das Wassergefäßsystem der Rädertiere sowie die Urnieren der Annelidenlarven liegen nun in der primären Leibeshöhle und sind gegen dieselbe abgeschlossen; zur sekundären Leibeshöhle haben sie in keinem Falle irgend welche Beziehung. Die Segmentalorgane der Anneliden umgekehrt haben durchaus keine Beziehung zur primären Leibeshöhle, sondern öffnen sich in allen typischen Fällen mit wimpernden Trichtern in die sekundäre Leibeshöhle hinein[3]. Diesen auffallenden und fundamentalen Unterschied zwischen Wassergefäßsystem (Urnieren) und Segmentalorganen suchten die Anhänger der Einheitstheorie dadurch zu beseitigen, daß sie die Wimpertrichter schlechthin für Neubildungen erklären, die sich erst sekundär mit dem Wassergefäßsystem verbunden haben sollen. Das ist aber nach den vorliegen-

[1] Bei den Larven der Blutegel ist eine so große Verschiebung der Regionen ganz im allgemeinen eingetreten, daß sich auch die typische Lage der Urnieren nicht genau erkennen läßt.

[2] Bekanntlich geht das Wassergefäßsystem der Plattwürmer niemals eine solche Beziehung zur Geschlechtsthätigkeit ein.

[3] Die letzten Bemerkungen befinden sich auch mit den Betrachtungen von O. und R. Hertwig in Übereinstimmung (vergl. Die Cölomtheorie. Jena 1881. p. 93—94).

den Thatsachen ein ganz unberechtigter Schluß. Schon bei den am niedrigsten organisierten Annelidenformen wie *Polygordius*, *Protodrilus*, *Histriobdella* treten die Wimpertrichter an den Segmentalorganen in typischer Gestalt auf, und auch in der Entwickelungsgeschichte liegen bis jetzt wenigstens keine Thatsachen vor, die zu einer derartigen Annahme berechtigen. Wenn man solche ganz willkürliche Hypothesen aufstellt, wird man schließlich alles behaupten können[1].

Was sind denn eigentlich die Segmentalorgane? Dürfen wir dieselben mit irgend etwas bei den Plattwürmern vergleichen, oder sind es vielleicht Bildungen, von denen wir durchaus keine Rudimente bei diesen Tieren vorfinden? Und wie sind sie entstanden? Eine vollkommen befriedigende Antwort auf diese Fragen zu geben ist zur Zeit nicht möglich, und wenn ich es jetzt unternehme, eine von der oben kritisierten, weit verbreiteten Theorie sehr entfernte Ansicht zu Tage zu fördern, so muß sofort bemerkt werden, daß mein Zweck dabei nur der ist, durch eine solche Arbeitshypothese wennmöglich die Untersuchungen wieder in eine richtigere Bahn hineinzulenken, daß dieselbe aber keineswegs den Anschein einer fertig ausgebauten, »gewissen« oder »bewiesenen« Theorie zu besitzen prätendiert. Es kann aber diese Ansicht nicht dargelegt werden, ohne zuerst mit ein paar Worten auf die Theorie der sekundären Leibeshöhle einzugehen, für die sich auch dabei ein neuer Gesichtspunkt eröffnet.

Während noch vor verhältnismäßig wenigen Jahren einige Forscher wie Ray Lankester und Fraipont an der Annahme festhielten, daß die Spalten und Lücken im Parenchym der Plattwürmer Bildungen nahverwandter Art mit der sekundären Leibeshöhle der Anneliden seien, kann man wohl behaupten, daß eine solche Anschauung heutzutage allgemein verlassen ist. Darüber sind wir wohl jetzt alle einverstanden, daß primäre und sekundäre Leibeshöhle morphologisch verschiedene Dinge sind. Von den Versuchen zur Erklärung der sekundären Leibeshöhle ist nur ein einziger beachtenswert, nämlich die Cölomtheorie von O. u. R. Hertwig[2].

---

[1] Sehr verschiedenartig lauten die neueren Ansichten der Verfasser über die Homologien der Exkretionsorgane der Gephyreen. So findet sich bei einem Verfasser (Hatschek, 1880) die Anschauung vertreten, daß die Kopfniere dem Wassergefäßsystem entspreche, während die Analschläuche als den Segmentalorganen homodynam aufgefaßt werden. Ein anderer Autor (Spengel, 1880) sieht es dagegen als wahrscheinlich an, daß nur die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane Segmentalorgane seien, während möglicherweise die Analschläuche dem Wassergefäßsystem entsprechen, trotzdem er auch selbständig die Existenz der Kopfnieren erkannte. Einem dritten Verfasser (Vejdovsky, 1881) zufolge wären nur die Kopfnieren und die Analschläuche als Segmentalorgane zu betrachten, während die Ausführungsgänge der Geschlechtsprodukte dagegen Bildungen anderer Art seien. Ich selbst sehe mit Hatschek in den Kopfnieren das Homologon des Wassergefäßsystems der Plattwürmer; in den Ausführungsgängen der Geschlechtsprodukte und möglicherweise auch in den Analschläuchen sind Segmentalorgane zu erkennen; für letztere ist jedoch diese Deutung nicht sicher. Nach Eisig's Beobachtungen über die Verdoppelung der Wimpertrichter bei *Capitella* erscheint ihre Möglichkeit indessen nicht ausgeschlossen.

[2] Von einer Kritik derartiger Publikationen über dieses Thema wie derjenigen Lang's und Sedgwick's (Quart. journ. of micr. science. Vol. XXIV. 1884) nehme ich Abstand.

Diese Verfasser versuchten es, die segmentale Leibeshöhle der Anneliden auf die bekannten Urdarmdivertikel typischer Enterocölier (*Sagitta*, Brachiopoden u. s. w.) zurückzuführen. Diese Ansicht ist indessen aus vielen Gründen nicht stichhaltig, u. a. auch deswegen, weil sie eine ursprüngliche Einheit des Entoderms + Mesoderms im Gegensatz zum Ektoderm prätendiert; bei den Anneliden tritt aber eben Ektoderm + Mesoderm als einheitliche Anlage im Gegensatz zum Entoderm auf, wie ich an einem anderen Orte ausführlich auseinandergesetzt habe. Mit der Hertwig'schen Theorie werden auch den Nemertinen in unnatürlicher Weise alle Beziehungen zu den Anneliden abgesprochen. Wir müssen uns daher nach einer anderen Erklärung umsehen, und man findet dieselbe, wie mir scheint, sehr einfach durch die folgende Überlegung.

Wir werden dabei von den Geschlechtsorganen und der Bildung der Geschlechtsprodukte ausgehen; wir können dies mit desto größerem Recht thun, als es wohl niemand eingefallen ist oder einfallen wird, an der Homologie der Geschlechtszellen in der ganzen Gruppe der Würmer zu zweifeln. Auch hier schlagen wir indessen nicht den von den modernen Theoretikern befolgten und breit getretenen Weg ein, denjenigen nämlich, den Geschlechtsapparat der Blutegel ohne weiteres aus dem der Turbellarien abzuleiten[1]; vielmehr müssen wir auch hier Nemertinen und niedrig stehende Anneliden als Vergleichsobjekte auswählen. Es gibt sich bekanntlich in dem Verhalten des Geschlechtsapparates bei den eigentlichen Plattwürmern und bei den Nemertinen ein fundamentaler Unterschied kund. Während bei jenen allgemein die reifen Geschlechtsprodukte durch eigene Leitungswege aus den Ovarien und den rings im Körper zerstreuten Hodenbläschen und Dotterstöcken bis an einen komplizierten Begattungsapparat heraus befördert werden, ist solches bei den Nemertinen durchaus nicht der Fall. Hier existieren gar kein Begattungsapparat und keine gemeinsamen Leitungswege, sondern jeder Geschlechtsfollikel entleert ganz für sich seine Produkte nach aussen. Die Weise, in der dieses geschieht, scheint bei verschiedenen Formen etwas verschieden zu sein. Bei der einen bildet sich für jeden Follikel eine Einstülpung der Körperepidermis, die zuletzt mit dem Follikel in Verbindung tritt, wobei sich schließlich an der Berührungsstelle (temporär) eine Öffnung bildet (so z. B. bei *Lineus* nach eigenen Beobachtungen, bei *Meckelia* nach Hubrecht); bei anderen (z. B. *Malacobdella*) sind gar keine solchen Einstülpungen der Haut vorhanden, die Geschlechtsfollikel wachsen aber gegen die Haut hin und durch Bersten dieser letzteren werden Eier und Samen entleert[2]. Die Geschlechtsfollikel selbst finden sich bei den Nemertinen nur im postoralen Teil des Körpers, und entsprechend der Verlängerung sind sie hintereinander jederseits gelagert, so daß bei einigen Formen sogar eine

[1] Es fällt heutzutage nicht leicht, besonders den ♂ Geschlechtsapparat der Blutegel mit demjenigen anderer Anneliden in genaueren Verband zu bringen; indessen wird hoffentlich eine genaue Darstellung der Entwickelungsgeschichte besseres Licht darauf werfen. Inwiefern sich dabei ein neuerer Versuch, die Geschlechtswege der Blutegel auf Segmentalorgane zurückzuführen (Nusbaum, Zool. Anzeiger 1885) als richtig herausstellen wird, mag die Zukunft entscheiden.

[2] Hubrecht, Niederl. Arch. f. Zoologie. Bd. II. 1875. — v. Kennel, Arbeiten a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. IV. 1878.

streng metamere Anordnung vorkommen soll; dabei nehmen sie bei geschlechtsreifen Tieren einen mächtigen Raum ein, sie füllen fast die ganzen Zwischenräume zwischen je zwei Darmdivertikeln aus. Sie besitzen wie übrigens auch die Hodenbläschen vieler Plattwürmer ein deutliches Epithel (Keimepithel), aus dem Eier und Spermazellen entstehen. An der Homologie der Geschlechtsfollikel bei den Plattwürmern und den Nemertinen zweifelt niemand; in welcher Weise läßt sich aber der Geschlechtsapparat niederer Anneliden dem der Nemertinen vergleichen?

Bei den Anneliden entstehen die Geschlechtszellen auch allgemein aus einem Keimepithel; dasselbe nennt man aber hier das Epithel der Leibeshöhle (Peritoneum), und bei ihrer Reife fallen jene auch in segmentale, von diesem Epithel begrenzte Höhlen hinein; diese Höhlen werden aber alle zusammengenommen als Leibeshöhle (Coelom) bezeichnet. Nach der hier vertretenen Anschauung ist die segmentierte Leibeshöhle der Anneliden den Höhlen der Geschlechtsfollikel der Plattwürmer und Nemertinen homolog; jede Hälfte einer Segmenthöhle mit dem sie begrenzenden Epithel entspricht einem Geschlechtsfollikel. Um diesen Vergleich durchzuführen, muß man sich vor allem das Verschwinden des Parenchyms bei den Anneliden vergegenwärtigen. Dabei legen sich die Wände benachbarter Follikel (Mesodermsegmente) aneinander und in dieser Weise entstehen einerseits die Mesenterien, anderseits die Dissepimente[1]. Der wesentlichste Unterschied ist der, daß das Keimepithel und die Follikelhöhlen bei den Anneliden eine viel allgemeinere Bedeutung gewinnen und (was damit im Zusammenhang steht) sich sehr frühzeitig beim Embryo (resp. bei der Larve) ausbilden. Bei den meisten höheren Formen lokalisiert sich innerhalb des einzelnen Segments die Bildung der Geschlechtsprodukte, so daß man an einer bestimmten Stelle in demselben einen Hoden resp. ein Ovarium vorfindet. — Bei den Anneliden finden wir auch typisch die gesonderte Entleerung der Produkte eines jeden Segments, ganz wie bei den Nemertinen: entweder durch Bersten der Haut oder durch die Segmentalorgane. Nur bei vielen höheren Anneliden bilden sich besondere Leitungswege aus und die Bildung der Geschlechtszellen wird in Übereinstimmung damit auf wenige Segmente beschränkt, während die meisten Segmente steril bleiben. Zugleich rücken bei solchen Formen auch ganz fremde Organsysteme (besonders das Nervensystem) in die Leibeshöhle hinein; daß dies aber ein vollkommen sekundäres Verhalten ist, wird sowohl durch die Entwickelungsgeschichte wie durch die vergleichende Anatomie bewiesen. Die Primitivfunktion des Peritoneums der Anneliden dürfte wohl jedenfalls nicht die einer Hülle, sondern diejenige des Keimepithels sein.

Fragen wir nun aber, um auf unser eigentliches Thema zurückzukommen: was ist denn das eigentliche Wesen der Segmentalorgane, und was ist ihre ursprüngliche Bedeutung und Funktion, so liegt es — nach der obigen Beurteilung der Leibeshöhle — nicht fern, in ihnen Gebilde zu

[1] Darin liegt auch implicite, daß ich der Hubrecht'schen Dissepimenttheorie jedenfalls in ihrer ursprünglichen Form nicht unbedingt zuzustimmen vermag.

sehen, die von Anfang an zur Entleerung der Geschlechtsprodukte in Beziehung standen und erst nach und nach sich zugleich zu exkretorischer Funktion ausbildeten. Damit stimmt auch ihr anatomisches Verhalten bei höheren und niederen Formen. Bei den niederen, marinen Anneliden, wo sie ganz allgemein als Geschlechtswege fungieren, ist der drüsige Abschnitt nur schwach entwickelt; bei den höheren Formen bildet sich dieser immer stärker aus, und zugleich wird die Funktion als Geschlechtswege entweder ganz aufgegeben oder nur von einzelnen Paaren der erwähnten Organe übernommen.

Ein jeder wird einsehen können, daß die Beachtung obiger Gesichtspunkte die Erforschung der Exkretionsapparate der Würmer in eine andere Richtung leiten muß als die, in welche sie gegenwärtig hineingetrieben wird. Möchte diese Abhandlung dazu beitragen, daß die Untersuchungen auf diesem Gebiete etwas mehr kritisch, unter mehr allseitiger Berücksichtigung der Verwandtschaftsbeziehungen der Gruppen angestellt würden!

Kopenhagen, Ende Mai 1885.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

Fig. 1. Anfänge der feinsten Kanäle des Wassergefäßsystems eines Bandwurms (*Phyllobothrium gracile*); die Kanäle erweitern sich trichterförmig und sind durch eine Zelle geschlossen; *w* Wimperflamme. Nach Pintner, Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien. Bd. III. 1880.

Fig. 2. Einfacher Typus des Wassergefäßsystems bei Phyllakanthinen. *sm* Saugnapf, *ls* Längsstämme des Wassergefäßsystems; *i* Insel in denselben; *c* kontraktile Blase. Nach Pintner a. a. O.

Fig. 3. Wassergefäßsystem einer Täniade. Die Längskanäle sind im Kopfe durch eine doppelte Stirnanastomose (Gefäßring) verbunden (Sta^1 u. Sta^2). *ro* Rostellum. Nach Pintner a. a. O.

Fig. 4. Segmentalorgan von *Protodrilus Leuckarti*. *a* äußere Mündung; *dss* Dissepiment; *e* Wimpertrichter. In diesem findet sich eine längere Cilie. Nach Hatschek, Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien. Bd. III. 1880.

Fig. 5. Segmentalorgan von *Enchytraeus vermicularis*. dm Fragment der Haut; die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 4. Nach Claparède, Mém. de la soc. de phys. et d'hist. natur. de Genève. Tom. XVI.

Fig. 6 a. Kopfniere der *Echiurus*-Larve in einem frühen Stadium. *A* primärer vorderer Ast; *B* sekundärer Seitenast, *a* äußere Mündung.

Fig. 6 b. Späteres Stadium desselben Organs; der primäre Ast ist verschwunden, der sekundäre (*B*) dagegen stärker entwickelt und reicher verzweigt.

Fig. 6 a u. b nach Hatschek, Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien. Bd. III. 1880.

Fig. 7 a. Abgliederung des sog. ersten Segmentalorgans (*C*) von der Kopfniere von *Polygordius*; *A* vorderer, *B* dorsaler Ast dieser; *tr* trichterförmige Erweiterungen derselben, die gegen die Kopfhöhle abgeschlossen sind; *a* äußere Mündung der Kopfniere, a^1 des ersten Segmentalorgans.

Fig. 7 b. Definitive Ausbildung des sog. ersten Segmentalorgans nach seiner Ablösung von der Kopfniere.

Fig. 7 c. Eines der späteren Segmentalorgane. Bezeichnungen wie in Fig. 4.

Fig. 7 a—c nach Hatschek, Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien. Bd. I. 1878.

Fig. 8. Larve von *Aulastoma*. *o* Mund, *rk* Rumpfkeime, *l* Leibeswand, *d* Darmwand, u^1—u^4 die vier Paare ringförmiger Urnieren. Nach Bergh, Arbeiten a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. VII. 1885.

Fig. 9. Entstehung der vier Urnierenpaare (u^1—u^4) von *Aulastoma* als zellige Knospen aus den Rumpfkeimen (*rk*). *o* der Mund. Nach Bergh a. a. O.
Fig. 10. Schema der beiden Urnieren der rechten Seite von *Nephelis*. b^1, b^2 die Gänge, c^1, c^2 die ringförmigen Abschnitte. Die punktierten Linien, die sich bei a vereinigen, deuten die Weise an, in der sie von den Urnieren der Chätopoden herzuleiten sind. Nach Bergh, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XLI. 1884.

Über die Bevölkerung.

Von

Alfred Nossig.

(Fortsetzung.)

§. 6. In dem vorliegenden Abschnitte ist es unser Bestreben, die Ansichten der Naturforscher darzustellen, insofern sie mittelbar oder unmittelbar auf die Zunahme der Bevölkerung und die der Nahrungsmittel angewendet werden können. Charles Darwin[1] leitet den allgemeinen Kampf ums Dasein aus der Tendenz aller Arten ab, sich grenzenlos zu vermehren, einer Tendenz, welche auf vernichtende und einschränkende Einflüsse stößt. In dem Maße, wie die vernichtenden Einflüsse zunehmen, wächst die Fruchtbarkeit der Art; mit ihrer Abnahme reduziert sich auch das Reproduktionsvermögen, jedoch wird das Leben aller Individuen gefahrloser. Was die Art dieser Hindernisse der Vermehrung betrifft, so ist unser Wissen höchst ungenau; anstatt sie nach dem Vorgange von Malthus in drei unveränderliche Kategorien zu teilen, weist der klare Geist Darwin's eine solche Versuchung von sich. Darwin zählt auf: vernichtende Feinde, Nebenbuhler, welche die Nahrung verringern, Naturelemente, Seuchen; jedoch hebt er ausdrücklich hervor, daß die Art und Weise der Wirksamkeit dieser Faktoren, der verborgene Zusammenhang der Naturprozesse, heute für uns unklar ist. Aus dem Kampfe ums Dasein leitet er die Notwendigkeit der Entwickelung der Organismen her, da nur diejenigen Individuen am Leben bleiben und sich vermehren, welche einer vorteilhaften Änderung durch Anpassung an die umgebenden Bedingungen unterlegen sind (natürliche Auswahl), oder auch jene, welche von Eltern abstammen, die mit ungewöhnlichen Vorzügen ausgestattet sind (geschlechtliche Auswahl). Individuen derselben Gattung können aber in desto größerer Anzahl nebeneinander existieren, je mehr sie untereinander differenziert sind.

Darwin war kein Soziolog und in der Theorie von Malthus erblickte er nur ein abgerissenes Moment thatsächlicher Naturbeziehungen;

---

[1] Entstehung der Arten. 4. Aufl. 1870.

darum hat er sie anerkannt. Doch geben uns die Ansichten DARWIN's ausgezeichnete Fingerzeige für den wirklichen Fortschritt der Bevölkerung an die Hand. In seinem allgemeinen Kampfe ums Dasein verwirft er die Unveränderlichkeit der Faktoren, nach seiner Ansicht steigt oder sinkt die Fruchtbarkeit in dem Maße, wie die Hindernisse wachsen oder abnehmen. Hierauf konstatiert er eine stetige Erweiterung der Grenzen der Anzahl für Individuen einer und derselben Art auf Grund der Differenzierung, welche aus dem Überleben der einer Abänderung unterlegenen Individuen entspringt. Daraus ergibt sich für die Bevölkerungslehre die Folgerung, daß in dem Maße, wie die allgemeine Wohlhabenheit zunimmt, daher in dem Maße, wie der bitterste Kampf ums Dasein weniger roh wird, die Fruchtbarkeit der Bevölkerung abnimmt; und der kulturelle Fortschritt, welcher eine immer bedeutendere Differenzierung der Berufe hervorruft, bewirkt zugleich eine Erweiterung der Bevölkerungsgrenzen.

ERNST HAECKEL[1], welcher ganz auf Darwinischem Grunde steht, erwägt zwei bedeutende Faktoren in dem Bereiche der Bevölkerungsfrage: die ärztliche und die militärische Züchtung. Die erste wirkt schädlich ein, indem sie die Zeugungsperiode ungesunder Individuen verlängert, die zweite beschränkt stark die Reproduktionsthätigkeit der kräftigsten und gesündesten Individuen in der Zeit ihres frischesten körperlichen Aufblühens und bestimmt diese Individuen zum Tode. Es ist dies eine künstliche und für die Menschheit schädliche Züchtung, welche zwar an Kraft und Bedeutung der vorteilhaften natürlichen Züchtung nachsteht, dennoch aber auf der Physiognomie der heutigen Bevölkerungen deutlich erkennbare Spuren zurückläßt.

Die ausgedehnteste naturwissenschaftliche Bevölkerungstheorie hat HERBERT SPENCER[2] aufgestellt, indem er über die Vermehrung und die Zukunft des Menschengeschlechtes vom Standpunkte der Biologie schrieb.

Jeder Organismus ist nach SPENCER der Einwirkung zweier Gruppen von Faktoren ausgesetzt: 1) Vernichtender Faktoren (natürlicher Tod, Mangel an Nahrung, atmosphärische Umschläge, Feinde), 2) erhaltender Faktoren (Dauerhaftigkeit der Glieder, Kraft, Reichlichkeit, Durchtriebenheit, Fruchtbarkeit).

Die Reproduktionskraft ist von folgenden Faktoren abhängig: Von dem Zeugungsalter, von der Häufigkeit des Zeugungsaktes, von der Individuenanzahl eines jeden Wurfes, endlich von der Dauer der Vermehrungsfähigkeit.

Daraus fließt die Folgerung: Wenn eine Gattung nicht aufhört zu existieren, so stehen die erhaltenden Kräfte mit den vernichtenden im Gleichgewicht.

Zwischen der Entwickelung des Individuums (Individualisation) und der Vermehrung (Genese) findet ein Antagonismus statt. Das für die Individualisation gebrauchte Material kann nicht zur Zeugung angewendet werden, während im Gegenteile die Reproduktionsthätigkeit das Material,

[1] „Natürliche Schöpfungsgeschichte." 1870.

[2] „A System of Philosophy. 2. Principles of Biology." II. Edition. 1867. (Deutsche Ausgabe. Stuttgart 1875/76.)

welches zur Individualisation gebraucht werden könnte, verringert. Dieser Antagonismus läßt uns folgern: 1) Je kleiner der Organismus ist (d. h. je weniger Material für die Individualisation aufgewendet wird), desto stärker ist seine Reproduktion. 2) Je weniger kompliziert und differenziert der Organismus ist, desto größer ist seine Fruchtbarkeit. 3) Je weniger beweglich und thätig ein Tier ist, desto größer ist seine Fruchtbarkeit (denn desto weniger Material wird durch die Bewegung aufgebraucht). Aus dem Gegensatze zwischen Individualisation und Vermehrung fließt nächstdem die Folgerung: in dem Maße, wie die Unterhaltsmittel wachsen oder abnehmen, steigt oder fällt die Fruchtbarkeit.

Die Bedeutung der natürlichen Züchtung für die Vermehrung der Arten tritt darin hervor, daß die ihrer Umgebung besser angepaßten Typen einen größeren Reproduktionsexponenten besitzen als weniger günstig ausgestattete Typen. Die am meisten entwickelte und differenzierte Art hat also die absolut geringste, relativ bedeutendste Fruchtbarkeit.

Dies sind die Gesetze der Vermehrung für die tierischen Organismen. Aus ihnen können wir nur auf dem Wege der Deduktion die die Vermehrung des Menschengeschlechtes bestimmenden Gesetze ableiten; insbesondere ist es schwierig, den Einfluß festzustellen, welchen die inneren Veränderungen des Organismus auf die Fruchtbarkeit des Menschen ausüben. Die Entwickelung des Organismus beruht auf der Anpassung des labilen Gleichgewichts seiner Lebensthätigkeiten an die äußeren Verhältnisse. Der ganze Fortschritt kann daher hier nur auf der vollkommneren Anordnung der Zustände und Thätigkeiten des Organismus beruhen. Die Muskelkraft wird künftighin kaum wachsen, eher schon die mechanische Geschicklichkeit. Hauptsächlich jedoch wird sich ein Fortschritt in der Potenzierung der Geistesfähigkeiten zeigen, was eine Hebung der Bildung und der Moralität zur Folge haben wird. Die äußeren den menschlichen Organismus zur Entwickelung anspornenden Bedingungen werden weniger auf äußerer Gefahr als auf dem Mangel an Nahrungsmitteln beruhen. Der Kampf um die Unterhaltsmittel stachelt zu größerer Geschicklichkeit, zur Selbstbeherrschung und zur Ausbildung des Geistes an. Die natürliche Zuchtwahl wird die Eigenschaften ausgezeichneterer Individuen auf die Nachkommenschaft übertragen, — so führt also das Übermaß der Fruchtbarkeit zur Entwickelung der Menschheit, wie schon Darwin's Theorie besagt hatte. Rückwirkend wird jedoch die Entwickelung der Menschheit, welche durch die Fruchtbarkeit verursacht wurde, eine Verringerung derselben herbeiführen. Inmitten des ruhigeren Kampfes ums Dasein müssen die Nervenzentren an Masse, Kompliziertheit und Energie zunehmen. Es ist konstatiert, daß die Entwickelung der Gehirnmasse die geschlechtliche Reife verzögert und daß die Ausgabe an geistigen Kräften behufs der Aneignung von Bildung die Fruchtbarkeit vermindert.

Ein derartiger Fortschritt sollte so lange vor sich gehen, bis die Menschheit zum Gleichgewichte gelangt, d. h. zu jenem Stande, in welchem jedes Paar durchschnittlich zwei Kinder erzeugen wird. Ein solches Gleichgewicht kann jedoch niemals eintreten, da es durch geo-

logische und astronomische Einflüsse, welche langsam, aber stetig wirken, gestört werden wird. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß jene ideale Zahl der Nachkommenschaft eines jeden Paares in der Mitte zwischen 2 und 3 liegen wird.

Von dem besprochenen Fortschritte darf man jedenfalls mit Gewißheit die Beseitigung des Übermaßes der Bevölkerung und der durch dasselbe verursachten Leiden hoffen. Jedem einzelnen wird dann eine normale und erträgliche Arbeit, welche seinen Fähigkeiten entspricht und für die Erhaltung der Gesundheit notwendig ist, nicht aber Gesundheit und Glück ruiniert, zugeteilt sein.

Die Theorie Spencer's würde eine ausgezeichnete Lösung der Bevölkerungsschwierigkeiten auf Grund des notwendigen Wirkens von Naturkräften enthalten, wenn dieses Wirken seine Folgen in kürzeren Zeitabschnitten offenbaren würde. Aber die Perspektive, auf welche Spencer hinweist[1], bezieht sich auf so lange Zeitperioden, daß die Soziologie auch noch andere Wege zur Lösung der von uns behandelten Frage aufsuchen muß. Die Behauptung Spencer's, daß die Kompliziertheit des Nervensystems und geistige Arbeit eine Verringerung der Fruchtbarkeit nach sich ziehen, ist in der Biologie und der Medizin anerkannt und wir dürfen sie als wahr annehmen. Spencer hat jedoch übersehen, daß sogar die geringste Fruchtbarkeit der Männer bei normaler Fruchtbarkeit der Frauen zur Herbeiführung aller Folgen der Übervölkerung ausreicht. Bei der heutigen Organisation der öffentlichen Erziehung aber und angesichts der Stellung, welche das Weib gegenwärtig fast in allen Gesellschaften einnimmt, vermag die Theorie Spencer's einen vorurteilslosen Geist kaum zu befriedigen. Sie enthält unleugbar ein wahres Moment, auf welches die Pläne und Schritte sozialer Reformatoren sich stützen könnten, bietet uns aber keine hinreichende Lösung, da sie die komplizierteste Frage der Soziologie, dem Plane des Verfassers gemäß, ausschließlich vom biologischen Standpunkte aus behandelt.

Den Ausführungen Spencer's entnehmen wir von unserem Standpunkt aus den Schluß, daß die geistige Arbeit, sobald sie gleichmäßiger unter die Geschlechter und Stände verteilt sein wird, auf die Beseitigung der sozialen Leiden, welche durch die Disharmonie zwischen der Konsumentenanzahl und dem Gesamtvorrat von Nahrungsmitteln hervorgerufen wird, miteinwirken kann.

§. 7. Während die Naturwissenschaften die Vorzüge und Mängel der malthusischen Theorie von einem allgemeineren Standpunkte aus beleuchteten oder auch die Bevölkerungsfrage in einer freieren und der natürlichen Ordnung entsprechenderen Weise zu lösen anstrebten, ent-

---

[1] R. Trall hat vor nicht langer Zeit in deutscher Sprache eine Abhandlung publiziert, welche dieselben Ansichten mitteilt, unter dem Titel: „Eine neue Bevölkerungstheorie, hergeleitet aus den Gesetzen der tierischen Fruchtbarkeit (Leipzig 1877).“ Diese Schrift enthält nichts anderes als die Übersetzung eines Artikels von Spencer, der im Jahre 1852 in der „Westminster Review“ erschienen war. Herrn Dr. B. Vetter, der im Jahrgang 1877 der „Augsburger Allgemeinen Zeitung“ über Trall's Arbeit geschrieben, gebührt das Verdienst, dieses Plagiat entdeckt und entsprechend beleuchtet zu haben.

stand in der Volkswirtschaftslehre die sog. neomalthusianische Schule, welche auf dem Fundamente des MALTHUS'schen Bevölkerungsgesetzes nationalökonomische Systeme errichtete. Der achtungswürdigste Vertreter dieser Schule ist JOHN STUART MILL[1]. Er unterstützte die Theorie von MALTHUS durch seine Behauptungen in betreff der Ackerbauindustrie, welche besagten, daß, sobald die Ackerbaukultur eine gewisse Stufe erreicht, die verdoppelte Arbeit nicht mehr ein verdoppeltes Resultat hervorzubringen vermag, daß also analog der großen aus dem MALTHUS'schen Gesetze fließenden Disharmonie die Zunahme der ackerbautreibenden Bevölkerung in keinem geraden Verhältnisse zur Produktivität des Bodens stehe. MILL war von der Wahrheit der malthusischen Theorie tief durchdrungen; doch war er den arbeitenden Klassen günstig gestimmt und wünschte aufrichtig, ihre Lage zu verbessern. Er wendet sich an sie mit der Aufforderung zur Enthaltsamkeit; von den Frauen fordert er, sie mögen sich von der Pflicht der übermäßigen Zeugung befreien, und erinnert sie an die Leiden und physischen Schmerzen des Gebärens. Neben der Enthaltsamkeit empfiehlt MILL auch die Auswanderung, die Verbreitung der Kenntnis des malthusischen Gesetzes, hauptsächlich aber die Beseitigung des gegenwärtigen Arbeitssystems und kollektive Industrie.

MILL, um das Glück und den Fortschritt der arbeitenden Klassen besorgt, hatte auf einige von jenen Mitteln hingewiesen, durch welche MALTHUS die natürliche Entwickelung der Bevölkerung zu hemmen wünschte, um die Herrschaft des Kapitals und einer geringen Anzahl von Auserwählten auf die Dauer zu erhalten. Die zweite Hälfte seines reformatorischen Planes beweist, daß er die eigentliche Wirkungsart jenes anempfohlenen moralischen Zwanges, welcher die Arbeiter zu dezimieren und sie ihrer einzigen Macht — der Individuenanzahl — zu berauben strebt, nicht kannte. Er weist nämlich auf die Mängel der gegenwärtigen wirtschaftlichen Organisation, auf das Mißverhältnis zwischen dem Gewinnste des Unternehmers und dem Arbeiterlohne hin und preist die Kollektivindustrie als Erlösungsmittel von den ökonomischen Leiden an. Dadurch entfernt er sich von MALTHUS um den ganzen Raum, welcher Fortschrittlichkeit von Konservatismus scheidet. Sein Ackerbaugesetz aber besagt nichts weiter, als daß es eine Grenze der Bodenproduktivität gebe, welche durch keine technischen Verbesserungen weiter hinausgeschoben werden kann; oder mit anderen Worten, daß die Bevölkerung, welche ausschließlich auf Ackerbau gestützt ist, ebenfalls auf gewisse Grenzen der Vermehrung stößt, — und, indem wir weiter folgern, daß sie, im Falle sie diese Grenzen zu erweitern wünscht, sich auf ein neues Produktionsfeld zu begeben genötigt ist.

Die neomalthusianische Richtung repräsentiert auch das Werk eines englischen Arztes[2], welches anonym veröffentlicht und fast in alle Spra-

---

[1] „Principles of political economy." 1848.

[2] Die Grundzüge der Gesellschaftswissenschaft oder: Physische, geschlechtliche und natürliche Religion. Eine Darstellung der wahren Ursache und Heilung der drei Grundübel der Gesellschaft: der Armut, der Prostitution und der Ehelosigkeit. 1881.

chen übersetzt worden ist. Der ausgezeichnete Philanthrop, welcher dieses Werk verfaßt, war gleich Mill von der Wahrheit der malthusischen Theorie tief durchdrungen; er nennt Malthus den absolut größten Wohlthäter der Menschheit, als denjenigen, welcher die wahre Ursache des menschlichen Elends gefunden. Moralität, Medizin, Predigten, Gesetze und Politik, sagt er, sind nur große Komödien, die vor der Menschheit abgespielt werden und deren offizielle Pracht und blendende Zeremonien nur dazu dienen, die allgemeine Aufmerksamkeit von den schrecklichen Tragödien abzuwenden, welche hinter der Bühne vor sich gehen. Die Leiden, welche infolge der Nichtberücksichtigung des Malthus'schen Gesetzes die Menschheit bedrücken, werden erst dann beseitigt werden, wenn das Bevölkerungsgesetz als Grundlage der Gesetzgebung und der Moralität angenommen ist. Indem er die volkswirtschaftlichen Theorien Mill's von der Grenze der Bodenproduktivität annimmt und als »Gesetz von dem abnehmenden Bodenertrage« formuliert, stellt er auf Grund seiner medizinischen Kenntnisse ein zweites Gesetz auf, das der »reproduktiven Thätigkeit« genannt. Die Verkennung des Umstandes, daß der geschlechtliche Verkehr für die Gesundheit und Tugendhaftigkeit unentbehrlich sei, bildet seiner Ansicht nach den Hauptfehler der Philosophie, der Medizin und der Moralität. Diese Verkennung ist auch der Grund, warum Malthus den moralischen Zwang anempfehlen konnte. Ein derartiger Zwang ist um vieles schädlicher als blinde Vermehrung. Wenn es keinen anderen Weg geben würde, um den arbeitenden Klassen mehr Nahrung und Muße zu gewähren als den, sie zur Resignation auf physische Liebe zu zwingen, dann wäre die Lage der Menschheit verzweiflungsvoll. Wenn man nicht beides haben kann: Unterhaltsmittel und Liebe, dann gibt es kein Glück und keine Moralität für die Menschen. »Gegenwärtig ist eine beschränkte Anzahl von Reproduktionsfunktionen monopolisiert, der übrige Teil der Menschen hingegen ist gezwungen, entweder keine Kinder zur Welt zu bringen oder aber durch Erzeugung derselben Übervölkerung, Armut und verfrühte Sterblichkeit zu verursachen.« Die ganze Schuld wälzt die Gesellschaft auf jene Unglücklichen herab, welche infolge des Monopols der Verehelichten zu Opfern schmachvoller Leiden wurden: auf die Onanisten, Hypochondristen u. s. w. Den Besitz von Nachkommenschaft soll man nicht, wie Malthus sagt, als Luxus, sondern als Grundbedingung der Gesundheit betrachten, von der einem jeden ein gleicher Teil zukömmt. Da jedoch jede Frau gegen 15 Kinder gebären kann (Gesetz der Fruchtbarkeit), welche keine hinreichende Menge vorbereiteter Nahrung finden würden, so entsteht jene tiefe Disharmonie, welche als das »Malthus'sche Bevölkerungsgesetz« bekannt ist.

Die Menschheit sieht sich angesichts eines unlöslichen Zwiespalts; das Malthus'sche Gesetz befiehlt ihr Einschränkung in bezug auf die Vermehrung, das Gesetz der reproduktiven Thätigkeit hingegen erlaubt ihr nicht, sich des geschlechtlichen Verkehrs zu enthalten. Den einzigen Ausweg aus diesem tiefbeklemmenden Widerspruch erblickt der Verfasser in dem präventiven geschlechtlichen Verkehre, dem wichtigsten

und fast ausschließlichen Mittel zur Erreichung von Unterhalt, Liebe und Muße. Zwar gesteht er selbst ein, daß dieses Mittel keineswegs allseitig befriedigend ist; aber wenn man die Wahl hat zwischen ihm, dem moralischen Zwange, der Prostitution und der Armut, dann ist man sowohl vom wissenschaftlichen wie vom alltäglichen Gesichtspunkte aus genötigt, der Prävention den Vorzug zu geben.

Der allgemeine Gebrauch der präventiven Mittel erscheint jedoch dem Verfasser nicht ausreichend. Die heutigen Gesellschaften sündigen durch die Nichtberücksichtigung des Gesetzes der geschlechtlichen Thätigkeit; ihr ganzer moralischer Kodex ist auf pseudo-idealen Begriffen aufgebaut, welche der menschlichen Natur keineswegs entsprechen. Die Liebe, eine natürliche Funktion des menschlichen Organismus, ist mit dem Banne der öffentlichen Meinung belegt und Anerkennung findet nur eine einzige beschränkte Form derselben: die Ehe. Inzwischen beweisen die stets im Wachsen begriffene Prostitution und die Anzahl der außerhalb der Ehen erzeugten Kinder, daß die sog. erlaubte und durch Staat und Kirche sanktionierte Liebe zur Stillung der Bedürfnisse der Menschheit nicht hinreicht. Hierzu kommt noch, daß die Frauen, welche mit nicht geringeren geschlechtlichen Trieben ausgestattet sind wie die Männer, durch den heutigen Moralitätskodex in höchst empfindlicher Weise geschädigt und geradezu auf den Weg der Selbstschwächung, der Hypochondrie und vieler anderer geschlechtlicher Leiden getrieben werden. Nur die Männer diskutieren über die Bevölkerungsfrage; und die Frauen, welche die in dieser Beziehung entscheidendere Hälfte der Menschheit bilden, haben kein Recht, in der sie am meisten angehenden Angelegenheit ihre Stimme zu erheben oder entsprechende Reformen durchzuführen.

Der anonyme Verfasser verlangt also eine Reform des gegenwärtigen Gesetzbuches der Moralität; eine Reform, welche auf der Anerkennung des Gesetzes von Malthus oder eigentlich, wie wir von unserer Seite hinzufügen, des Gesetzes der geschlechtlichen Thätigkeit — auf der Aufhebung der unauflöslichen Ehe und auf einer freieren Regulierung der geschlechtlichen Verhältnisse beruhen soll. Vor allem aber solle man dies durch die völlige Emanzipation der Frauen erstreben, welche künftighin selbst ein Recht haben sollen, über ihre reproduktiven Funktionen zu entscheiden.

Das Malthus'sche Gesetz und die von seinen Anhängern anempfohlenen Mittel gehören gewissermaßen bereits der Geschichte der Nationalökonomie an. Da wir dieses Gesetz nicht anerkennen, so vermögen wir auch der Behauptung des anonymen Verfassers, daß von der Prävention das Glück der Menschheit abhänge, nicht beizustimmen. Ohne Zweifel ist dieses Mittel menschlicher als der moralische Zwang, doch spricht gegen dasselbe die Gefahr, daß man es nicht zum Zwecke der Einschränkung der Bevölkerungszunahme, sondern zur Zufriedenstellung von ausschweifenden Gelüsten anwenden könnte, sowie auch der Umstand, daß es leicht eine Schwächung der Bevölkerungskraft hervorrufen dürfte. Vom Standpunkte der Darwin'schen Evolutionstheorie muß dieses Mittel verworfen werden; aber seine Verbreitung in den meisten Gesell-

schaften beweist, daß es in der heutigen Übergangsepoche gewissermaßen das entsprechendste ist[1].

Der eifrige Malthusianer aber, von dem wir sprechen, hat, ohne ein klares Bewußtsein davon zu haben, die Theorie seines Meisters korrigiert; sein »Gesetz der reproduktiven Thätigkeit«, welches durch die Biologie begründet wurde, besagt, daß das eigentliche, dem menschlichen Organismus angeborne Bestreben nach der Stillung der geschlechtlichen Triebe geht; dagegen gibt es keine Tendenz, sich über das Maß der Nahrungsmittel hinaus zu vermehren, obwohl die Eventualität einer derartigen Hypertrophie des sozialen Organismus nicht ausgeschlossen ist. Der moralische Kodex und die herrschenden Formen des geschlechtlichen Verkehrs haben einen gewichtigen Einfluß auf die Entwickelung der Bevölkerungsfrage; indem die Menschheit in diesen Richtungen fortschreitet, die Vorschriften der Moral vervollkommnet und das intersexuelle Verhältnis vernunftgemäßer einrichtet, vermag sie auf die Bevölkerungsbewegung günstig einzuwirken.

§. 8. In dem gegenwärtigen Abschnitte sei es uns erlaubt, zur Darstellung und Zerlegung der neuesten, von ausgezeichneten Nationalökonomen aufgestellten Bevölkerungstheorien überzugehen, welche die früheren an wissenschaftlichem Werte übertreffen. Als solche müssen wir die Ansichten von Friedrich List[2], Carey[3] und Dühring[4] betrachten. Sie bilden zusammengenommen ein gewisses organisches Ganzes und als solches werden wir sie an dieser Stelle entwickeln, indem wir uns an die Gruppierung Dühring's halten. Wir wünschen es jedoch am Eingange zu verzeichnen, welchem der erwähnten Schriftsteller diese oder jene Fundamentalansicht zuzuschreiben sei; wir konstatieren daher, daß List die Vorstellung von der Fassungsfähigkeit der einzelnen volkswirtschaftlichen Organisationsformen entwickelt, daß Carey auf das Gesetz hingewiesen, die menschlichen Bedürfnisse wüchsen in einem geraden einfachen Verhältnisse zu der Individuenanzahl, während die Produktionskraft der vereinigten menschlichen Arbeit viel rascher zunehme, daß endlich Dühring am gründlichsten die Frage der Bodenerschöpfung erörtert hat.

Die erwähnten Nationalökonomen gehen von der Grundansicht aus, daß die Vermehrung der Bevölkerung eine Potenzierung der produktiven Kräfte verursache. Wenn ein vereinzelter Mensch sich mit einem zweiten verbindet, dann werden sich ihre Bedürfnisse nur summieren, die Produktivität ihrer Arbeit jedoch wird in den Resultaten die Summe der früheren Resultate übersteigen. Eine solche Gesellschaft ist der Typus für größere Gesellschaften, bei denen die Organisationskraft noch

---

[1] Die sozialistischen Schriftsteller traten gegen dieses Mittel auf. Proudhon (Oeuvres compl. t. XXIV) nennt es „onanisme conjugal“ und verwirft es entschieden.

[2] „Nationales System der politischen Ökonomie.“ 1841.

[3] „Prinzipien der politischen Ökonomie“. 1837—40 und „Principles of social science“. 1859.

[4] S. außer der citierten „Geschichte der Nationalökonomie“, „Kursus der Nationalökonomie“, auch in der „Kritische Geschichte der Philosophie“ 1878 die Kritik der Theorien von Malthus und Darwin.

wächst. Wir gelangen daher zu einem Gesetze, welches besagt, daß bei dem Zusammentreten von Menschen ihre Bedürfnisse in einem geraden einfachen Verhältnisse zu ihrer Anzahl wachsen, während ihre Produktionskraft rascher zunehme. Mit der Dichtigkeit der Bevölkerung muß daher auch ihre günstige Lage wachsen. Das erwähnte Gesetz verliert nichts an seiner Bedeutung, wie immer die Vereinigungsform der Menschen beschaffen sein sollte; der theoretische Typus ist eine auf vollständige Gleichberechtigung gegründete Gesellschaft — der geschichtliche Typus jedoch das Verhältnis des Herrn zum Sklaven, auf welches die Entwickelung der heutigen Gesellschaften basiert ist.

Sobald sich der Mensch definitiv ansiedelt, bildet er ein gewisses Rayon, auf welchem die Kultur sich zu entwickeln bestimmt ist. Auf diesem Raume herrscht eine konstante Organisation, welche auf einem Mittelpunkt, aus dem in die Runde Strahlen ausgehen, beruht. Bald tritt das Gesetz der Entfernung und des Transportes hervor. Dieses Gesetz besagt, daß der Transport nur im Bereiche einer gewissen Entfernung anwendbar sei, da die Kosten desselben, im Falle die Entfernung noch verlängert wird, den Wert des Gegenstandes selbst übertreffen würden und auf keine Weise auf dem Markte wieder eingebracht werden könnten. Obschon also die natürlichen Quellen reichlich genug verteilt sind, so erfährt eine dauernd ansässige Bevölkerung doch eine künstliche Einschränkung, da einerseits nur eine gewisse beschränkte Anzahl von natürlichen Ertragsquellen für sie offen steht, anderseits es ihr schwer fällt, den Ort zu verlassen, an den ihre Kultur gebunden ist. Erforschen wir nun, wo die Grenzen der Bevölkerung auf einem gegebenen kulturellen Raume zu suchen sind, oder mit anderen Worten wie seine Fassungskraft in bezug auf die Bevölkerung beschaffen ist. Nehmen wir an, daß die gegebene Arbeitsorganisation und die natürlichen Quellen bereits ihr Maximum liefern: dann wird die Erweiterung der Bevölkerungsgrenzen von der Anwendung technischer Verbesserungen abhängig sein, welche bei unveränderten natürlichen Bedingungen den Ertrag vergrößern würden. Derartige Meliorationen jedoch erfordern gewisse entsprechende Änderungen in der Volkswirtschaft. Wenn früher bei dem Beispiele zweier miteinander verbundener Menschen die Aufmerksamkeit auf die Form ihrer Verbindung zu lenken war, so ist dies um so mehr von nöten bei einer so zahlreichen Vereinigung, wie es die eine Gesellschaft bildende Bevölkerung ist. Die ökonomische Verfassung bildet gleichsam ein Netz von Kanälen, welche von einem elastischen Mittel erfüllt sind; sobald dieses Mittel gegen die Wände der Kanäle einen Druck auszuüben beginnt, müssen diese Wände erweitert werden, wenn nicht eine gewaltsame Sprengung derselben erfolgen soll. Die Umwandlungen der gegebenen wirtschaftlichen Verfassungsformen, sei es auf dem Wege der ruhigen Reform, sei es auf dem der volkswirtschaftlichen Revolution, sind gewissermaßen noch schwerwiegender als politische Bewegungen.

List's Verdienst ist die genaue Erforschung des Unterschiedes, welcher zwischen der ackerbautreibenden und der industriellen Organisationsform der Volkswirtschaft stattfindet. In einem ackerbautreibenden

Staate, d. h. in einem solchen, in dem das ackerbautreibende Element überwiegt, müssen die Maschinen und andere Fabrikprodukte, die Luxusgegenstände und die Kolonialwaren aus dem Auslande bezogen werden, indem sie gegen Nahrungsmittel und Rohprodukte eingetauscht werden. Diese kostspielige Art, die obigen Gegenstände zu beziehen, findet eine Beschränkung in der Entfernung und den Transportkosten. Die Wirtschaft kann sich in einem solchen Lande nur extensiv entwickeln; ausgedehnte Strecken müssen mit großer Mühe bebaut werden. Sobald aber diese Produktionsart mit Arbeit gesättigt ist, dann kann eine Vergrösserung der Arbeitskräfte die Wirtschaft nicht mehr heben; der Überschuß der Arbeitskraft muß sich daher auf ein anderes Produktionsfeld werfen. Durch Hebung der Landesindustrie wird die Nachfrage nach Arbeit größer und für Nahrungsmittel und Rohprodukte erhält man eine größere Menge von Fabrikprodukten, da die Kosten des Transportes wegfallen. Indem sie den Weg des kostspieligen mittelbaren Ankaufes verläßt, betritt die Produktion den Weg des geringsten Widerstandes. Anstatt des früheren entfernten und unvorteilhaften Marktes finden die Landesprodukte einen neuen und viel vorteilhafteren Markt. Ein industrieller Staat vermag also eine viel zahlreichere Bevölkerung zu fassen als ein ackerbautreibender, und dies eben wird durch das »Kapazitätsgesetz« ausgedrückt.

Das, was über die Industrie im allgemeinen gesagt wurde, bezieht sich auch auf jeden neuen Industriezweig. Als eine höhere Stufe wird gewöhnlich der Handelsstaat angeführt. Wenn der Handel eine potenzierte Form der Industrie darstellt (Ausfuhrhandel), dann steigert er ohne Zweifel die Unterhaltskraft. Wenn er sich nur auf Kolonien stützt oder wenn der Handelsstaat nur eine Station des Weltverkehrs vorstellt, dann bildet sich gewöhnlich eine kaufmännische Aristokratie heraus. Der reine Handel bildet also kein eigentliches Volkswirtschaftssystem und erweitert die Grenzen der Bevölkerung nur in dem Falle, wenn im Lande außer den eigenen Produkten auch importierte Rohprodukte bearbeitet werden, um hierauf in Gestalt von Fabrikaten ins Ausland geführt zu werden[1].

Das Kapazitätsgesetz erlaubt uns jedoch, die Zukunft der Bevölkerungsfrage auf einer festeren Grundlage zu errichten. Ohne Zweifel haben sich die Bevölkerungsgrenzen erweitert, als an die Stelle des Leibeigenschaftssystems das des Arbeitslohnes getreten; ohne Zweifel ist auch das Streben nach Erhöhung des Arbeiterlohnes, welches auf dem Wege von Arbeiterkoalitionen vor sich geht, ein Kampf um die Zahl und Art der Arbeiterexistenzen, daher ein Kampf um die Vergrößerung der Unterhaltskraft der gegenwärtigen volkswirtschaftlichen Verfassung. Die Erhöhung des Arbeitslohnes verursacht das Entstehen eines ausgedehnteren Marktes innerhalb der Landesbevölkerung; die Nachfrage nach den unentbehrlicheren Artikeln steigt im Verhältnis zu der nach Luxusgegenständen. Nachfrage und Produktion unterliegen also einer Veränderung; die freiere Regulierung des Arbeitslohnes bewirkt eine Verbesserung des

[1] Ein Beispiel davon bietet uns England.

volkswirtschaftlichen Kreislaufes, eine günstige Verschiebung des Verhältnisses zwischen Konsumtion und Produktion, da sie die Arbeit sich selbst zum Ziele setzen heißt. Das, wonach durch Erhöhung des Arbeitslohnes und durch Verkürzung der Arbeitsstundenzahl gestrebt wird, wird durch die autonome Einrichtung der Arbeit vollendet werden. Die Regulierung der Konsumtion muß auf die Anzahl und die Qualität der Existenzen einen heilsamen Einfluß ausüben. In den gegenwärtigen Verhältnissen können die Arbeiter ihre Beschäftigung leicht verlieren, sie hängen von den Gewinnchancen ab, während die Renten monopolisiert sind. Kein Wunder also, daß die Bevölkerung rasch einen Druck gegen den Rahmen der volkswirtschaftlichen Verfassung auszuüben beginnt. Dort wo das Leben der Arbeiter bei allen zur Regulierung führenden Schritten der Hauptausgangspunkt ist, dort wo die numerische Erweiterung und die Veredelung der Massenexistenz Ziel ist, dort muß die Unterhaltsmöglichkeit für die Bevölkerung bedeutend vergrößert werden. Unter solchen Verhältnissen erst wird die Volkswirtschaft ihren Anfang nehmen, während gegenwärtig nur eine beschränkte Klassenwirtschaft existiert.

Der die Zunahme der Bevölkerung durch eine geometrische Progression verbildlichenden Formel von Malthus muß das Schema eines Kapitals und seiner Zinseszinsen entgegengestellt werden; die Bevölkerung ist nämlich eine Größe, deren Zunahme selbst Ursache einer neuen Zunahme wird. Thatsächlich jedoch nimmt die Reproduktionskraft ab, und daher wird ein einfaches mathematisches Vorbild stets ungenau sein; die Zunahme der Bevölkerung geht in einem zusammengesetzten Verhältnisse vor sich, dessen Faktoren variabel sind. Das thatsächliche Kausalitäts-Verhältnis jedoch zwischen den auf kombinierte Industriekraft sich gründenden Unterhaltsmitteln und der Bevölkerung ist durch das Kapazitätsgesetz ausgedrückt.

Nehmen wir nun aber den Fall an, wo infolge der Entwickelung der Gesellschaft die natürlichen Quellen ihren Ertrag thatsächlich nicht mehr steigern können. Sobald ein solcher Zustand auf der ganzen Erdoberfläche eintritt, kann ein weiterer Fortschritt nur in den von den natürlichen Bedingungen unabhängigen Richtungen stattfinden; dann wird der Mensch ausschließlich auf seine eigenen Kräfte hingewiesen sein, er wird seine eigene Organisation verbessern müssen. Richtiger jedoch ist wohl die Vorstellung des Verfalles der alten und des Entstehens neuer sozialer Existenzen, eines wellenförmigen Auf- und Absteigens von aufeinander folgenden Völkern. Für die ferne Zukunft ist jedenfalls die vollständige Emanzipation der Menschheit, die auf Gleichheit gestützte Organisation der Gesellschaften anzunehmen. So viel uns jedoch die geschichtliche Erfahrung belehrt, fand infolge der Zunahme der Bevölkerung niemals eine Verkümmerung der Lebensanteile statt; im Gegenteil werden die einem jeden zufallenden Portionen stets vorteilhafter; wenn aber thatsächlich die Anzahl der Existenzen über die Gestaltung des Genießens entscheiden würde, dann sollten die Portionen sich allgemein verringern. Die Erschöpfung der Ertragsquellen kann von zweifacher Art sein. a) Erschöpfung von Objekten, die sich durch neue Produkte nicht vertreten lassen, wie z. B. der Mineralschichten. Doch erwies eine Schätzung der

Kohlenschichten in England im Verhältnis zu den Bedürfnissen, wie ungegründet derartige Besorgnisse sind. b) Sättigung der Produktion durch Arbeit, — in diesem Falle kann die Vermehrung der Wirtschaftseinrichtungen die Bevölkerungsgrenzen erweitern.

Übersiedelung hingegen (Kolonisation) wird erst dann unentbehrlich, wenn eine intensive Erschöpfung eingetreten ist. Doch ist die Kolonisation in normalen Verhältnissen nicht ein Anzeichen von Verfall und Welken der Bevölkerungen, sondern ein Zeugungsakt.

Eine spezielle Kategorie der Quellenerschöpfung ist die Ohnmacht des Ackerbodens, welche durch die Verbrauchung der die Nahrung der Pflanzen bildenden Mineralteilchen verursacht wird. Die sog. Mineraltheorie wirft ein klares Licht auf diese Frage. Die eigentliche Nahrung der Pflanzen bilden nicht die organischen, sondern die mineralischen Bestandteile. Das Düngen führt nur deshalb die erwünschten Resultate herbei, weil aus den im Dünger enthaltenen organischen Überresten auch entsprechende Mineralteilchen herausgezogen werden. Die Ackerbauchemie hat den Prozeß, welcher Bodenexport genannt wird, klargelegt. Um die Gefahr der Aufbrauchung der Mineralteilchen zu beseitigen, muß man durch Dünger dem Boden dasjenige wiedergeben, was man ihm durch die Ernte genommen. Der Bezug des Düngers jedoch ist beschränkt durch das Gesetz des Transportes und der Entfernungen. Daher muß eine konstante Getreideausfuhr eine Schwächung des Bodens nach sich ziehen, da im Lande zu wenig Getreide konsumiert wird und der bezogene Dünger allzu kostspielig ist. Eine dichte Bevölkerung, welche eine intensive Wirtschaft herausbildet, bringt auch den Vorteil, daß die reichliche Konsumtion eine hinreichende Düngung des Bodens ermöglicht und auf diese Weise die Gefahr der Aufbrauchung seiner Mineralteilchen beseitigt.

Dies ist in kurzer Zusammenfassung die Bevölkerungstheorie der ausgezeichneten neueren Nationalökonomen. Sie ist durch und durch eine soziale Theorie, und wenn dieselbe einerseits die einst durch den unwissenschaftlichen Physiokratismus von Malthus getrübten Ansichten über die Bevölkerung bedeutend geklärt hat, so darf man anderseits nicht übersehen, daß sie ähnlich wie die naturwissenschaftlichen Theorien die Bevölkerungsfrage zu lösen wünscht, indem sie nur mit einem einzigen von den mitwirkenden Faktoren operiert. Sie bietet uns daher nicht eine vollständige Lösung, wohl aber eine Reihe von trefflichen Resultaten, welche sich auf die reellen Verhältnisse gründen. Dieselben beziehen sich insgesamt auf den Menschen und die Produktivität seiner Arbeit — die Natur und ihre Ertragsquellen sind erst in zweiter Reihe berücksichtigt. Carey bewies das Steigen der Produktivität der Arbeit, welches sich auf die Organisation derselben gründet; List beleuchtete das Verhältnis der Bevölkerungsbewegung zur volkswirtschaftlichen Verfassung, der ausgezeichnete und viel zu wenig gewürdigte Analytiker Dühring endlich zerlegte das Verhältnis zwischen den Unterhaltsmitteln, der Zunahme der Bevölkerung und ihrer sozialen Organisation; ihre Untersuchungen ergeben dies Endresultat, daß das Andrängen der zunehmenden Bevölkerung nicht von dem Mangel an Unterhaltsmitteln her-

rühre, daß es nicht ein Kampf um einen beschränkten Anteil an einem beschränkten Nahrungsvorrate, sondern eher ein Sprengen der Grenzen der jeweiligen volkswirtschaftlichen Verfassung sei.

Die einzelnen Ansichten, die wir soeben dargestellt, müssen wir als zutreffend anerkennen — was sich auch auf die Frage der Bodenerschöpfung bezieht. Wir könnten zwar die Einzelheiten der obigen Theorien und den Zusammenhang der Folgerungen einer eingehenden Kritik unterwerfen, wobei gewisse Mängel ans Licht treten würden; doch ist uns nicht an Details gelegen, deren Diskutierung ins Gebiet der exakten Volkswirtschaftslehre gehört. Unsere Aufgabe ist die Untersuchung des Wesens der Synthese, ihrer objektiven und logischen Dauerhaftigkeit. Den volkswirtschaftlichen Theorien, welche wir besprechen, ist ein ähnlicher wissenschaftlicher Wert beizumessen, wie wir ihn den Ansichten Darwin's und Spencer's zuerkannten; sie bilden gleichsam eine soziale Evolutionstheorie, welche die Lehre von der natürlichen Entwickelung ergänzen. Die Soziologie nimmt die Resultate der volkswirtschaftlichen Untersuchungen ebenso wie die naturwissenschaftlichen Ansichten an; Priorität kann sie weder der einen noch der anderen Seite zuerkennen; darum schließt sie die beiderseitigen Verallgemeinerungen aus[1].

---

[1] Mit einigen Worten möchten wir noch die „Bevölkerungstheorie aus dem Standpunkte der Evolutionslehre", welche in dem encyklopädischen Werke Schäffle's „Bau und Leben des sozialen Körpers" 1875—78 enthalten ist, erwähnen. Schäffle stützt sich auf Malthus, Spencer und den anonymen Autor der „Grundzüge der Gesellschaftswissenschaft". Der Forderung dieses letzteren, daß man die unauflösliche Ehe aufheben solle, stellt Schäffle das Postulat der allgemeinen Ermöglichung der Eheschließung entgegen, da aus dem Standpunkte der Evolutionslehre eine Schwächung der Reproduktionskraft der Bevölkerung unzulässig ist. Mit Recht hebt er den Zusammenhang hervor, welcher zwischen der Bevölkerungsfrage und der Verteilung der allgemeinen Einkünfte existiert, und nimmt an, daß, sobald diese Verteilung gerechter und gleichmäßiger sein wird, es leichter fallen werde, die Pflicht der beschränkten Zeugung auf alle Schichten zu verteilen. Dies ist die einzige klare Ansicht Schäffle's.

Es war unsere Absicht, nur die Quellen eingehend zu berücksichtigen. Interessierte verweisen wir jedoch auf die zahlreichen statistischen und nationalökonomischen Lehr- und Handbücher, welche sich mehr mit den Tagesschriftstellern zu beschäftigen gezwungen sind. In denselben findet man auch genauere Hinweisungen auf die älteren Zusammenstellungen eines Thornton, Alion, Gerstner u. a.

(Schluß folgt.)

Beobachtungen über blütenbesuchende Apiden.

Von

Prof. Dr. **Eduard Hoffer** in Graz.

I. Die Blütenbesucher von Solanum Dulcamara L.

Solanum Dulcamara L. ist bei uns überall an Flüssen, Bächen, Quellen und anderen feuchten Lokalitäten anzutreffen; es gedeiht an etwas sumpfigen Stellen entschieden besser als an anderen, besonders wenn an ersteren ziemlich viel Kieselsand abgelagert ist. Es wäre interessant, den etwaigen Kieselsäuregehalt dieser Pflanze in Prozenten von verschiedenen Fundstätten zu kennen; ich habe wenigstens 300 Fundorte des *Solanum Dulcamara* im Laufe der letzten 10 Jahre kennen gelernt und mich überall überzeugt, daß es kiesigen Grund bevorzugt. Die holzigen Stämme, die mitunter ein sehr bedeutendes Alter erreichen (so beziehe ich meine Schulexemplare seit circa 15 Jahren von demselben Stamme auf der Nordseite des Rosenberges), werden mitunter mehr als daumendick; die Äste, wenn sie sich auf Zäunen, Gebüsch oder stark verästeten Bäumen hin und her schlingen können, werden 4 m und darüber lang und sind äußerst stark verzweigt; sind sie aber gezwungen, auf dem Boden niederliegend zu wachsen, so bleiben sie 1, höchstens 2 m lang. Die Blüten stehen in überhängenden Trugdolden, die auf 3—5 cm langen Stielen den verschieden gestalteten Blättern gegenüberstehen oder zwischen denselben erscheinen. Die Zahl der Blüten einer solchen Infloreszenz ist sehr verschieden, die ärmlichen Exemplare enthalten kaum 5—8, die gewöhnlichen 10—20, die reichblütigsten 30 und darüber. Der Kelch ist zwar klein, aber ähnlich den Blumenkronen violett (nur mehr schmutzigviolett), die Blumenkronen etwa $1^1/_2$ cm breit, violett (weiße sah ich nur in der Nähe von Piauze bei Nassenfuß in Krain), die 5 Zipfel sind am Grunde mit 2 grasgrünen, weißeingefaßten Tüpfeln versehen, die sich als Saftmale entpuppen dürften, die Zipfel sind später zurückgeschlagen. Die 5 Staubgefäße sind sehr schön gelb, dicht aneinander gedrängt, der Griffel ragt mitten durch. Es erscheint die Blüte mithin so auffallend, daß man von vornherein Insektenbesuch erwarten kann. Merkwürdigerweise wurden gerade an dieser Pflanze bis jetzt wenig Insekten gesehen. Der ausgezeichnetste Beobachter der Insekten an Blumen, unser allverehrter Hermann Müller, sagt in seinem unübertrefflichen

Werke: »Die Befruchtung der Blumen durch Insekten« etc. Seite 275: »*Solanum Dulcamara* L. ist ebenfalls honiglos (nämlich wie *S. tuberosum*) und wird mindestens ebenso spärlich von Insekten besucht als *tuberosum*. Ich sah nur *Rhingia rostrata* L. die grünen Flecken in der Mitte der violetten Blumenkrone um die Basis der Staubgefäße herum und dann die Spitze der Antheren mit den Rüsselklappen betupfen«. In den »Alpenblumen« etc. 1881 gibt er S. 267 Nr. 225 folgende Besucher dieser Pflanze an: A. Hymenoptera. *Apidae:* 1) *Bombus lapidarius* ☿, Pollen sammelnd 13/8 76 Mals (10—11). B. Diptera. *Syrphidae:* 2) *Syrphus* (spez.?), Pollen fressend! daselbst. C. Lepidoptera. *Rhopalocera:* 3) *Pieris brassicae*, wiederholt in die Blütenmitte mit dem Rüssel tastend, erfolglos für sich und die Blume, daselbst.

In unserer Gegend ist jedoch *Solanum Dulcamara* eine von Insekten, insbesondere Hymenopteren, sehr stark besuchte Pflanze. Eine Gruppe von blühendem Bittersüß ist für mich eine wahre Augenweide, denn seltene Hummeln sind darauf zu bekommen. Oft habe ich mich tief im Sumpfe watend zu dem mit violetten Blumen überschütteten Halbstrauche hingearbeitet und selten ohne glänzenden Erfolg. Die meisten Beobachtungen stellte ich auf dem Nordabhange des Rosenberges an, wo ein ganzes Gebüsch, bestehend aus etwa 10 größeren und mehreren kleineren Stämmen, eine Unzahl von Insekten herbeilockte. Die Beobachtungen wurden in den letzten Jahren zwischen dem 1. Juni und 10. August angestellt, die beste Zeit war vom 15. Juni bis 15. Juli, später blüht *Solanum Dulcamara* nicht mehr so üppig und wird dementsprechend die Zahl der Besucher auch geringer. Andere Exemplare wurden auf der Rieß, auf dem Ruckerlberg und im Ragnitzthale untersucht. Folgende Besucher sah ich darauf:

1) *Bombus terrestris* L., gewöhnlich in Massen,

2) *Bombus pratorum* L., ebenfalls. Auf dem oben angegebenen Gebüsche waren häufig von jeder Art 30—40 ☿ vorhanden, die ein solches Gebrumme verursachten, daß man es mehrere Meter weit hören konnte. Ich kenne überhaupt keine Pflanze, die Himbeere ausgenommen (und selbstverständlich Kirschen- und andere im ersten Frühling blühende Obstbäume, auf welchen oft eine ungeheure Menge von Hummeln [aber ♀!] zugleich sammeln), auf der gleichzeitig so viele Hummelarbeiter anzutreffen wären als *Solanum Dulcamara* und dicht gedrängte Gebüsche von *Lycium barbarum*. Öfters stieß dabei die eine Hummel im übergroßen Eifer so stark an eine Dolde, daß eine andere gerade darauf befindliche herabfiel, worauf wieder beide mit großem Gebrumme die nächstbeste Blüte bearbeiteten.

3) *Bombus hypnorum* L. ☿ fand ich fast nur auf *Solanum Dulcamara*, *Chelidonium majus* L., *Epilobium angustifolium* L. und *Rubus Idaeus* L., während die ♂ hauptsächlich auf *Rubus Idaeus*, *Prenanthes purpurea* L., *Centaurea Jacea* L., *Lycium barbarum*, *Epilobium angustifolium* L. und Labiaten gefangen wurden, die wenigen ♀ auf Labiaten. Für den Fang von Arbeitern dieser so seltenen Hummel aber ist entschieden das Aufsuchen blühenden Bittersüßes und Schöllkrautes zu empfehlen, denn das sind ihre Lieblingsblumen.

4) *B. hortorum* L. traf ich nur in 3 Exemplaren auf *Dulcamara.*

5) *B. agrorum* Fabric. sammelte im Jahre 1883 sehr fleißig darauf, in diesem Jahre sah ich im ganzen höchstens 5 ☿ nur kurze Zeit darauf verweilend, um dann gleich andere Blumen aufzusuchen.

6) *B. lapidarius* L. besuchte auf dem Rosenberg nie *Dulcamara*, obwohl er häufig genug oben ist; ich war deshalb sehr erstaunt, als ich auf einem kleinen Busch dieser Pflanze im Ragnitzthale gleich 5 Exemplare des so gemeinen *B. lapidarius* recht eifrig Pollen sammeln sah 25/6 84. Es ist überhaupt auffallend, wie verschieden die Neigungen derselben Tierarten in verhältnismäßig sehr wenig entfernten Gegenden sind. So sahen wir auf dem Rosen- und Rainer-Kogel den *B. lapidarius* auch nie die Himbeere besuchen, auf der es immer von anderen Hummeln wimmelte, während einige Gebüsche auf der Höhe des Ruckerlberges so von *lapidarius* beflogen wurden, daß es selbst meinem 4jährigen Sohne Rudolf auffiel und er diese Büsche gleich *Lapidarius*-Himbeeren taufte; freilich hat der Ruckerlberg mehr *B. lapidarius* und weniger von anderen Arten als der Rosenberg, auf dem wenigstens 20 Hummelspezies nisten.

7) *B. confusus* Schenck ☿ stellte sich nur einmal ein, arbeitete aber fleißig.

Alle diese Hummeln sammelten hauptsächlich Pollen, wobei sie die Staubbeutel in der Mitte mit den Oberkiefern stark zusammenpreßten und sich mit dem herausquellenden Pollen die Körbchen beluden; dabei fielen einzelne ganz reife Körner aus dem an der Spitze der Antheren befindlichen Loche auf darunter befindliche Blüten derselben und anderer Stämme, da sich ja viele durcheinander verflochtene Äste vorfanden, wodurch jedenfalls auch hin und wieder Fremdbestäubung bewerkstelligt wurde. Ferner wurde die ganze Unterseite und der Kopf der Hummel mit Pollen bepudert und dieser auf solche Weise häufig auf weit entfernte Blüten übertragen, da alle diese Arten nie besonders lange an derselben Stelle sammelten, sondern nach einiger Zeit, nachdem sie eine Anzahl von nahe bei einander befindlichen Blumen besucht, oft scheinbar ohne allen Grund auf 30 und mehr Schritt entfernte Gruppen von blühenden *Dulcamara* flogen; wahrscheinlich lassen sie sich dabei von der Sorge um ihre Sicherheit und der Aussicht, recht frischen Pollen zu bekommen, leiten. Beim Zusammenbeißen mit den kräftigen Oberkiefern wurde nicht selten ein Loch in die Antheren gebissen und der hervorquellende Pollen gleich abgebürstet, sonst aber der an der Spitze der Anthere herausgepreßte gesammelt. Nebenbei suchten sie gewiß auch irgend eine Feuchtigkeit am Grunde der Blumenkrone, denn oft streckten sie den Rüssel gegen den Grund der Staubgefäße und putzten, wenn sie abflogen, denselben mit den Vorderfüßen häufig ab. Brachte ich frische Blüten dieser Art den eingesperrten *B. pratorum*, so waren sie in Kürze von den eifrigst Pollen sammelnden ☿ förmlich belagert. Männchen von *B. pratorum* fing ich auf *Sol. Dulcamara* etwa 4, und nur 1 von *B. hypnorum.*

8) *Apis mellifica* L. kam nur gelegentlich, sammelte eine Zeit lang Pollen und flog dann wieder auf andere Blumen, es schien ihr diese Pflanze nicht sonderlich zu gefallen.

9) Eine *Osmia* besuchte *Sol. Dulc.* am 4/8 84 auf dem Rainerkogel, flog aber so schnell von Blüte zu Blüte, daß ich sie nicht fangen und auf die Art untersuchen konnte.

10) *Vespa silvestris* Scop. ☿ setzte sich gelegentlich, wenn sie auf Himbeeren sammelte, auf die Blüten von *Dulc.*, flog aber augenblicklich wieder weg.

11) *Rhingia rostrata* sah ich in der von Müller angegebenen Weise Pollen fressend.

12) *Volucella bombylans* L. kam ebenfalls aber selten und suchte nur kurze Zeit an der Basis der Staubgefäße mit dem Rüssel herum.

13) *Pieris Brassicae* sah ich nie, dafür aber

14) *Argynnis Paphia* L. häufig, mit dem Rüssel die grünen Flecken betastend.

Aus dem obigen ergibt sich, daß die Kreuzung des *Solanum Dulcamara* L. beinahe nur durch Hummeln und unter diesen hauptsächlich durch *B. terrestris*, *B. pratorum* und *B. hypnorum* bewerkstelligt wird. Die so fleißig beflogene Gruppe auf dem Rosenberg ist aber auch so voll von den schönen roten Beeren, daß sie jedem Vorbeigehenden auffällt.

II. Über Polygala Chamaebuxus L.

Polygala Chamaebuxus ist im ersten Frühling für die Mehrzahl der Apiden die wichtigste Nährpflanze. Die warmen Sonnenstrahlen haben eine große Menge von den auf Voralpen und Alpen unter der Erde, im Moos, Holz etc. überwinterten Bienen aus ihrem langen Schlafe geweckt, zugleich aber auch durch blühende Pflanzen für ihren hungerigen Magen gesorgt. Doch würden die übrigen Blumen der Voralpen und der nicht zu hohen Alpen (denn oben auf der höchsten Höhe ist alles noch starr) um diese Zeit für die immense Zahl von Individuen aus allen möglichen Gattungen und Arten der Alpenbienen nicht hinreichen, ihnen den Hunger zu stillen; dem hat aber die Natur durch eine erstaunliche Menge von *Polygala Chamaebuxus* L. abgeholfen. Während hier in der Ebene diese Pflanze nur hier und da in ansehnlicher Menge auftritt, ist sie auf allen Höhen über 900 m in Wäldern, besonders auf Lichtungen, auf Wiesen und anderen sonnigen Orten in so ungeheuren Massen vorhanden, daß Millionen von Blüten auf verhältnismäßig kleinem Raume sich entfalten. Da ist der Boden häufig, soweit das Auge blicken kann, ganz gelb und gelbrot von *Polygala*-Sträußen. Solche Orte sind nun der beliebteste Tummelplatz für Hummeln, Honig-, Pelz-, Erd-, Bürsten-, Glatt-, Horn-, Mauer-Bienen und Verwandte. Was später die Orchideenwiesen und Kleefelder für das fleißige oder mitunter auch faule Volk der Bienen, das sind für dieselben im ersten Frühling die *Polygala*-Gehänge. Vom frühen Morgen bis zum späten Abend summt und brummt es da oben von den für sich und ihre Jungen Nahrung suchenden Bienen; dazu gesellen sich noch verschiedene Schmetterlinge und Fliegen. Da es sich hier nicht um eine genaue Liste von Blumenbesuchern der *Polygala Chamaebuxus* handelt, sondern nur darum, im großen und ganzen auf die eminente Bedeutung dieser Pflanze für die

Ernährung der Apiden im ersten Frühling hingewiesen zu haben, so will ich nur die vorzüglichsten Gäste kurz besprechen. Vor allen ragt das Geschlecht *Bombus* durch ungemein zahlreichen Besuch hervor, ist ja doch die Pflanze nach MÜLLER eine »Hummelblume«. Im Monat April und teilweise noch im Mai der zwei letzten Jahre sah ich auf den lieblichen Höhenabdachungen des Schöckels und Geierkogels folgende Formen: 1) *Bombus terrestris* L.; 2) *B. mastrucatus* GERST., beide in großer Menge; leider sind beide Dysteleologen, wie unser unvergeßlicher H. MÜLLER so schön nachgewiesen hat, doch dürfte wenigstens *terrestris*, der hin und wieder von vorn zum Honig zu gelangen versucht, nicht immer der Blume schaden; 3) *B. agrorum* F. saugt normal (s. n.) und erscheint gleichfalls in großer Menge, 4) *B. Rajellus* K., s. n., ziemlich häufig; 5) *B. silvarum* L., s. n., nicht selten; 6) *B. pomorum* Pz. und die Varietät *mesomelas* GERST., beide saugen normal, kommen aber selten auf *Polygala*, *mesomelas* sogar sehr selten; 7) *B. hortorum* L., s. n. und ist häufig; 8) *B. lapidarius* L., s. n., ist aber merkwürdigerweise nicht häufig, freilich kommt er spät im Jahre zum Vorschein, so daß er schon überall sehr gut besetzten Tisch findet; 9) *B. pratorum* L. gewöhnlich normalsaugend, mitunter aber benutzt er die vom *mastrucatus* oder *terrestris* gebohrten Löcher wie der folgende; ist übrigens häufig und sammelt auch Pollen.

10) *B. soroensis* F.; das einzige Exemplar, das ich auf *Polygala* fing, benützte die vom *mastrucatus* gebohrten Löcher, um zum Honig zu gelangen. Für die Kreuzung von *Chamaebuxus* sind die unter 3, 4, 5, 6, 7 angeführten am wichtigsten; am häufigsten waren aber immer *terrestris* und *mastrucatus*; die beobachteten Exemplare waren durchgehends ♀. Außer den Hummeln fallen besonders auf: 11) *Apis mellifica*, normal saugend und die vom *mastrucatus* gebohrten Löcher benutzend; auf ein bischen Diebstahl kommt es ihr nicht an;

12) *Andrena fulva* SCHRANK kam aus der Blüte von *Ribes Grossularia*, die sie sehr liebt, und kroch beinahe ganz in die Blüte von *Chamaebuxus* hinein; 13) *Osmia cornuta* LATR., schnell anfliegend schlüpft sie beinahe ganz in die Blüte; 14) ebenso macht es *Osmia bicolor* SCHRK.; 15) *Anthophora pilipes* F., normal saugend, häufig, doch nie besonders gern, denn sie flog schnellstens wieder auf *Pulmonaria* etc.

Eine auffallende Erscheinung muß ich noch erwähnen: Am 9/4 84 sammelten schon um 9 Uhr früh ungemein viele Hummeln und war noch keine einzige Honigbiene zu sehen, während es um 12 Uhr auch von letzteren wimmelte; die immer fleißigen Hummeln bewährten wieder ihre festere Konstitution, wie sie ja immer früher auf der Weide getroffen werden als die Bienen.

Wissenschaftliche Rundschau.



Biologie.

Über die Wirkungen der Gallentiere auf ihre Nährpflanzen.

Zwar steht mit Recht die heutige Wissenschaft der Meinung einzelner Botaniker, daß die absterbende Pflanzenzelle den Ursprung gewisser niederer Lebewesen (Bakterien etc.) von spezifischen Merkmalen und der Fähigkeit eigener Fortpflanzung bilde, ablehnend gegenüber; doch gibt es ein Feld, auf welchem die Wandelbarkeit der Zelle (die erst einem Bau von typischer Form angehörte) durch äußere Einflüsse unbestritten ist, die Cecidiologie. Wir brauchen nur an die Bedeguare der Rosen, an die Galläpfel, Hemdknopfgallen, Schwammgallen, Artischockengallen, an die zierlich gestreiften (durch *Aphilothrix Sieboldi* Hartig verursachten) konischen Rindengallen bei der Eiche, die *Erineum*-Gallen der Erle etc. zu erinnern, um zu zeigen, zu welchen verschiedenartigen abnormen, aber in ihrer Art konstanten Bildungen die Gewebe eines Blattes etc. durch äußere Einflüsse veranlaßt werden können. Als eine der wunderlichsten Gallenbildungen erschienen mir von jeher die durch *Cecidomyia Poae* Bosc. verursachten Gallen, welche an den Halmknoten der *Poa nemoralis* (z. B. um Göttingen nicht selten) einem gescheitelten Haar vergleichbare Auswüchse bilden. Hier hat nun Beyerinck[1] den merkwürdigen Nachweis geliefert, daß diese Scheitelhaargallen nicht wie die Hemdknopfgallen der Eiche etc. der betr. Pflanze (in ihrer normalen Entwickelung) völlig fremde Bildungen darstellen, sondern in ihren Anhangsgebilden wahre an ganz ungewöhnlichen Stellen entstehende Wurzelorgane sind, die für eine weitere Entwickelung geeignet sind und dabei in normale Wurzeln übergehen. Letzteres geschieht nämlich dann, wenn die Galle als Steckling (unter Glasverschluß) in den Boden gepflanzt wird.

Gehen wir auf die Beschreibung und Entwickelung der merkwürdigen *Poa*-Galle und ihrer *Cecidomyia* etwas näher ein, so braucht es uns nicht zu wundern, daß dieselbe eine lange Geschichte hat. Die Litteratur findet sich zum erstenmale zusammengestellt bei J. N. Vallot, Observations sur la galle chevelue du gramen et sur l'insecte qui la produit. Ann.

---

[1] Die Galle von *Cecidomyia Poae* an *Poa nemoralis*. Entstehung normaler Wurzeln infolge der Wirkung eines Gallentieres. Von M. W. Beyerinck. Bot. Ztg. 1885 No. 20 p. 305—315, No. 21 p. 321—332, m. Taf. III.

des sc. nat. 1. Sér. T. 26, 1832. p. 263, sodann bei Prillieux (Note sur la galle des tiges du *Poa nemoralis.* Ann. des sc. nat. Bot. 3. Sér. T. 20. 1853. Pl. 17), später von J. von Bergenstamm, Löw und B. Frank. Die *Poa*-Galle macht bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck eines Knäuels fleischiger farbloser oder violetter Fäden, welche ein wenig oberhalb des Blattpolsters rings um eine Blattscheide gewunden sind. Diese Fäden, die »Gallenwurzeln« Beyerinck's, entspringen thatsächlich aus dem Stengelgliede und treten erst später durch einen infolge ihres Wachstums im röhrenförmigen Teile der Blattscheide entstandenen Riß nach außen. In die Außenluft gelangt, biegen sich die jungen Gallenwurzeln, wahrscheinlich infolge hydrotropischer Reizbarkeit, einesteils nach rechts, andernteils nach links in einer horizontalen Ebene und schmiegen sich dabei der äußeren Blattfläche an. Die Grenzlinie zwischen den beiderseits gekrümmten Gallenwurzeln (der »Haarscheitel«) ist nahezu gerade und findet sich in der Fortsetzung der Blattscheidenspalte. Die geräumige Larvenkammer findet sich (nach Entwickelung der Galle) zwischen Stengelglied und Blattscheide, der Mittellinie zwischen den Gallenwurzeln gegenüber und enthält 4—5 oder zuweilen mehr Larven der Gallmücke. Die jungen *Cecidomyia*-Larven sind mit dem pflanzlichen Gewebe des Stengels festverwachsen und nähren sich von flüssigen Stoffen, die sie mittels ihrer Körperoberfläche aufnehmen. Wahrscheinlich wird auch durch letztere die gallenbildende Flüssigkeit ausgeschieden. Die erste Gallbildung ist Anfang Mai wahrzunehmen. Im August verwandeln sich die Larven in hellbraune längliche Tönnchenpuppen, die während des Winters in den vertrockneten Gallen zu finden sind. Anfangs Mai kriechen die Nymphen aus, bleiben aber mit dem Hinterleib zwischen den Gallenwurzeln festgeklemmt, so daß die Mückchen, ohne sich zu verletzen, dann auskriechen können. Die Eiablage durch das Weibchen (die an Zahl viel geringeren, etwas kleineren Männchen sind etwa 4,5 mm lang mit 1,5 mm langen Fühlern und ca. 7 mm Flügelspannung) erfolgt auf der Oberfläche ausgewachsener Blätter von *Poa nemoralis,* 1—2 dm vom Herde der Gallbildung entfernt. Die nach etwa 5 Tagen aus den Eiern schlüpfenden Embryonen kriechen auf den Blättern nach unten, bis ihnen die Ligula die Spalte in der Scheide anzeigt. Im Scheidenteil bewegen sie sich weiter, bis sie an den im Längswachstum begriffenen Teil des Stengels gelangt sind, mit dessen Oberfläche sie sich dann fest verkleben. Es entsteht nun die Gallenwurzelbildung und zwar am intensivsten an den von den Larven etwas entfernten Teilen des Stengels, die nicht zu intensiv durch die Tiere beeinflußt werden; erst wenn die Gallenwirkung allmählich erlischt, fallen auch die näheren Gewebepartien der Zellwucherung anheim. Nachdem die 1—2 cm lange Wucherung die Scheide zerrissen hat und durch diese hervorgetreten ist, erhalten die Larven ihre Beweglichkeit wieder und kriechen von der Geschwulst hinweg zwischen Blattscheide und Stengelglied in die anfangs erwähnte Larvenkammer. Ihre Gallwirkung ist von da an erloschen, sie können überall den Stengel berühren, ohne daß dieser zu abnormen Wucherungen veranlaßt wird. In dem Herde der Gallbildung dauert dagegen auch ohne sie die Fähigkeit der Wurzelbildung noch überraschend lange fort. —

Zum Schluß der interessanten Abhandlung erörtert Verf. noch die Entwickelung der Gallenwurzeln, die künstliche Umwandlung der Gallenwurzeln in normale Wurzeln und die Sproßbildung aus der Galle. Über die Bedeutung der *Cecidiorrhiza* bei *Poa nemoralis*, deren Übereinstimmung mit den normalen Luftwurzeln von *Tecoma radicans* und *Hedera Helix* sowie mit den normalen Nebenwurzeln der Tulpenzwiebeln eine sehr vollständige ist, lassen uns leider die bisherigen Untersuchungen noch im unklaren. LUDWIG (Greiz).

Ein neues Gesetz der Variation.

Bereits ein Jahr vor dem Erscheinen meines Buches über die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses hatte Prof. BROOKS zu Baltimore in einem außerordentlich interessanten Werke, betitelt »Heredity«, eine Theorie über die Variation niedergelegt, welche für die Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses von der größten Wichtigkeit ist.

Die Theorie von BROOKS will vor allem die Entstehung der Variation erklären. DARWIN kam es nur darauf an, überhaupt das Auftreten der Variation nachzuweisen, das bis dahin bezweifelt worden war. Damit hat er sich begnügt und über die Ursachen der Variation nicht weiter nachgeforscht, vielmehr nur im allgemeinen angenommen, sie seien vielleicht zufällig. Wie jede Naturerscheinung, so muß aber auch die Variation eine Ursache haben. Diese Ursache ist von BROOKS aufgefunden worden. Seine Theorie gibt also die Umstände an, unter denen die Variation stärker, und die, unter denen sie schwächer ist. Die Theorie sagt nämlich aus, daß die Tiere und Pflanzen die nützliche Eigenschaft haben, unter veränderten äußeren Umständen sich ebenfalls zu ändern, also zu variieren.

Diese Eigenschaft ist nützlich; denn nur diejenigen Tiere, welche unter veränderten Umständen nicht dieselben bleiben, sondern sich ebenfalls ändern, sich also an die neuen Verhältnisse akkommodieren können, sind befähigt weiter zu existieren. Die übrigen gehen zu Grunde oder sind wenigstens so schlecht gestellt, daß sie nur wenige Nachkommen hinterlassen werden. Diese Theorie beweist er durch eine große Zahl von Thatsachen, die er in seiner Schrift aufführt.

Die beiden Geschlechter variieren nun nicht gleich stark, sondern es ist gerade das Männchen, welches besonders stark variiert und diese Variationen auf die Nachkommen überträgt. Die Jungen erben also vom Männchen besonders die neu erworbenen Eigenschaften, vom Weibchen aber besonders die Grundcharaktere der betreffenden Art. Unter anderem folgt hieraus der Satz, daß die Kinder im allgemeinen dem Vater etwas mehr gleichen müssen als der Mutter.

BROOKS zeigt nun, daß bei der Entwickelung der Arten das Männchen vorausgeht, weit eher neue Eigentümlichkeiten annimmt als das

Weibchen, welches in der Anpassung folgt. Die Eigentümlichkeiten der Spezies sind daher beim Männchen am schärfsten ausgeprägt, während das Weibchen den Jungen wie auch den verwandten Arten weit ähnlicher ist. Es wäre aber verkehrt, wenn man annehmen wollte, daß das Weibchen gar nicht variiert. Auch dieses variiert und erwirbt infolge der natürlichen Zuchtwahl neue Eigenschaften, wie z. B. die sekundären Geschlechtseigentümlichkeiten. Aber diese Variation ist bei weitem nicht so stark als die des Männchens.

Alle diese Sätze werden durch eine sehr große Zahl von Thatsachen unterstützt. Auf eine Anführung derselben muß ich hier verzichten; auch von den einzelnen Sätzen der Theorie habe ich nur einige der hauptsächlichsten und zwar nur diejenigen angeführt, welche für die Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses von Interesse und Wichtigkeit sind.

Lange nachdem Brooks seine Theorie veröffentlicht hatte, erhielt er Kenntnis von meiner Theorie und fand in derselben eine neue Bestätigung der seinigen. Der zweite Teil meiner Theorie sagt aus, daß unter günstigen äußern Umständen mehr Weibchen, unter ungünstigen mehr Männchen erzeugt werden. Dies ist eine in verschiedener Hinsicht nützliche Eigenschaft. Unter ungünstigen Umständen ist es für die Tiere besser, wenn weniger Nachkommen produziert werden, da die übrigen doch zu Grunde gehen und den Überlebenden nur schaden würden. Die Stärke der Vermehrung ist besonders von der Zahl der Weibchen abhängig. Im Mangel werden daher nicht nur weniger Nachkommen überhaupt, sondern besonders weniger Weibchen erzeugt. Ein zweiter Grund ist der, daß die Männchen im allgemeinen weniger Nahrung, namentlich für ihre Geschlechtsthätigkeit bedürfen als die Weibchen und daher auch im Mangel weit eher existieren können als diese. Endlich ist unter ungünstigen Umständen Inzucht außerordentlich schädlich und es ist die Aufgabe der Männchen, diese zu vermeiden. Wenn nun unter ungünstigen Umständen viel Männchen vorhanden sind, so findet viel Kreuzung statt und es werden kräftigere Individuen erzeugt, die den erschwerten Kampf ums Dasein eher aushalten können.

Zu diesen Gründen kommt nun noch ein neuer. Der Hauptsatz der Theorie von Brooks sagt aus, daß unter ungünstigen Umständen Variabilität nützlich ist, weil nur mit ihrer Hilfe eine Anpassung an die neuen Verhältnisse stattfinden kann. Je mehr Männchen nun unter ungünstigen Umständen erzeugt werden, desto größer wird die Variation sein. Je mehr Männchen erzeugt werden, desto größer ist auch die Kreuzung, wie in meinem Buche nachgewiesen ist; eine stärkere Kreuzung vermehrt aber die Variation noch mehr, wie Brooks durch Thatsachen beweist. Infolge dieser Umstände wird durch eine Mehrproduktion von Männchen im Mangel die Variation verstärkt und die Anpassung an die neuen Verhältnisse erleichtert. Zwischen beiden Theorien besteht also ein innerer Zusammenhang und sie bestätigen sich dadurch gegenseitig. Alle die Thatsachen, welche Brooks in seinem Werke anführt und worauf er seine Theorie stützt, zeugen zugleich für die Richtigkeit des zweiten Teiles meiner Theorie.

Dr. HEINKE in Oldenburg hatte bei einer Besprechung meiner Theorie [1] ganz unabhängig von BROOKS dieselben Sätze als Vermutungen ausgesprochen, die bereits vor ihm BROOKS durch Thatsachen als richtig bewiesen hatte. Die eine Theorie ist eben eine Konsequenz der anderen.

Aachen. Dr. C. DÜSING.

Die experimentelle Prüfung der Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses.

Die Bestätigung, welche die Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses durch die Theorie von BROOKS über die Ursachen der Variation erhalten hat, ist nicht lange allein geblieben. Die Theorie hat eine experimentelle Bestätigung erfahren.

Schon im Jahre 1883 schrieb mir Herr Prof. HOFFMANN, als er von der vorläufigen Mitteilung meiner Theorie Kenntnis erhielt, daß die Ergebnisse der von ihm angestellten Versuche mit meiner Theorie übereinstimmten. Diese etwa sieben Jahre lang fortgesetzten Versuche sind jetzt zum Abschluß gebracht und bereits veröffentlicht worden [2]. Eine etwas ausführlichere Tabelle hierüber werde ich jetzt in der Jenaischen Zeitschrift mitteilen.

HOFFMANN säete Pflanzen entweder dicht nebeneinander oder sehr weit auseinander. Bei Dichtsaat können die einzelnen Pflanzen nur sehr wenig Nahrung erhalten. Bei lockerem Stande dagegen erhalten sie sehr viel Nahrung, da ihnen eine genügende Partie Erde zu Gebote steht, sie sich also frei und ungestört entwickeln können und von keinerlei Konkurrenz zu leiden haben.

	Dichtsaat		Zahl der Exemplare.	Geschlechtsverhältnis.	Lockerer Stand		Zahl der Exemplare.	Geschlechtsverhältnis.
	männl.	weibl.			männl.	weibl.		
Lychnis diurna .	50	24	74	210 : 100	42	42	84	100 : 100
Lychnis vespertina	23	23	46	100 : 100	749	906	1655	73 : 100
Mercurialis annua	275	264	539	104 : 100	290	322	612	90 : 100
Rumex Acetosella .	58	38	96	152 : 100	380	461	841	82 : 100
Spinacia oleracea .	247	147	394	168 : 100	331	457	788	72 : 100
Cannabis sativa .	107	143	250	75 : 100	1423	1724	3147	82 : 100

Damit man die Resultate der Versuche von HOFFMANN besser beurteilen kann, habe ich die Hauptergebnisse in obiger Übersicht tabellarisch zusammengestellt. Neben dem Namen der Pflanzen findet sich die absolute Zahl der erhaltenen Exemplare und daneben das Geschlechtsverhältnis, also die Zahl der Männchen im Vergleich zu hundert Weibchen. Man sieht sofort, daß bei Dichtsaat bedeutend mehr Männchen erzeugt werden als bei lockerem Stande derselben Pflanze. Nur die zuletzt aufgeführte, der Hanf, macht eine Ausnahme. Bei allen übrigen

---

[1] Humboldt 1884. Heft 12.

[2] Botanische Zeitung 1885, Nr. 10 u. 11.

Pflanzen ist das Geschlechtsverhältnis bei lockerem und dichtem Stande ein sehr verschiedenes, beim Hanf aber bleibt es fast dasselbe, die Zahl der Männchen nimmt sogar bei lockerem Stande ein wenig zu. Die verschiedene Ernährung der jungen Pflanzen hat also fast gar keinen Einfluß auf das Geschlecht derselben, das beim Hanf ähnlich wie beim Bingelkraut schon während der Ausbildung des Samenkornes entschieden sein muß. Wenn man also beim Hanf den Einfluß der Ernährung auf das Geschlecht untersuchen will, so muß man den Samen der schlecht oder gut genährten Pflanzen wieder säen und nachsehen, welches Geschlecht die aus diesem Samen hervorgehenden Pflanzen haben.

Aus den Versuchen von Hoffmann geht also hervor, daß, mit Ausnahme vom Hanf, bei dem das Geschlecht schon sehr frühzeitig entschieden ist, sich infolge von guter Ernährung der jungen Pflanzen mehr Weibchen, infolge von schlechter Ernährung mehr Männchen ausbilden. Dies ist in der That eine experimentelle Bestätigung des zweiten Teiles der Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses.

Aachen. Dr. C. Düsing.

Geologie.

Heim's Gletscherkunde.

(Schluß.)

Mit dem siebenten Abschnitt seiner Gletscherkunde betritt Heim das Gebiet der eigentlichen Glazialgeologie, und dieser Abschnitt hat begreiflicherweise die ganz besondere Aufmerksamkeit des Ref. erregt. Entschieden trägt dies über die Trümmer der Gletscher handelnde Kapitel viel zur Klärung der neuerdings lebhaft erörterten Frage nach den bodengestaltenden Wirkungen der Gletscher bei, allein abgesehen davon, daß der Ref. dem Verf. hier nicht im Hauptpunkte folgen kann, kann er sich nicht des Eindruckes erwehren, als ob dieser Abschnitt weniger durchgearbeitet sei als die vorhergehenden. Die Deduktionen sind nicht immer in der gleichen Strenge durchgeführt, und trotz eines im Buche sonst nicht entgegentretenden polemischen Tones sucht Heim zwar die gegen die konservierende Thätigkeit der Gletscher erhobenen Einwände zu widerlegen, betont er zwar die Punkte, welche gegen die Gletschererosion sprechen, aber bei dieser Erörterung geht er entschieden zu wenig auf die Gründe ein, welche eine Seebildung durch Gletscherthätigkeit fordern. Als äußere Zeichen der weniger gelungenen Durcharbeitung tritt nicht nur der sehr fühlbare Mangel an Citaten entgegen, sondern auch die Thatsache, daß die Namen von Autoren vielfach unrichtig geschrieben werden (Bonnet statt Bonney, G. H. Credner statt Herm. Credner, Violet-le-Duc statt Viollet-le-Duc, und wie durchweg im Werke, de Sève statt de Seue bez. de Seve).

Es sind diese Ungenauigkeiten um so mehr zu beklagen, als das Kapitel an vielen Stellen geeignet wäre, eine Grundlage zur Einigung

über die Frage für und wider die Gletschererosion zu geben. Es beginnt mit den Oberflächenmoränen, den Seiten- und Mittelmoränen, welche passender Weise als ausgezogene Schutthalden bezeichnet werden. Scharf werden Ufer- und Seitenmoränen getrennt und zum ersten Male wird ausgesprochen, daß die Ufermoränen teilweise wenigstens durch Aufstoßen und Antreiben der Trümmer an das Ufer hinauf in Zeiten hohen und wachsenden Gletscherstandes gebildet werden. Ref. bestätigt dies am Rhonegletscher gewonnene Ergebnis durch seine Beobachtungen an Gletschern der deutschen Alpen, deren Ufermoränen größtenteils aus Grundmoränenmaterial bestehen. Wichtig ist ferner die Beobachtung, daß mitunter die Grundmoräne auf die Gletscheroberfläche gelangt, indem nämlich zwei Gletscher an ihrer Vereinigungsstelle nicht unmittelbar, sondern durch ihre angefrorene Grundmoräne miteinander verschweißen, so daß also ein Schuttstreifen, den die Ablation bloßlegt, beide trennt. Das Material desselben ist nicht dasjenige der Oberflächenmoräne, sondern es ist gerundet und geschrammt. Sämtliche großen Mittelmoränen der Ötzthaler Gletscher gehören diesem Typus an, der bisher noch kaum Beachtung gefunden hat. Beachtenswert ist auch die spätere Erwähnung (S. 360) von Sand und Schlammmassen, die entsprechend der Blaublätterstruktur gelagert sind und mit dieser sich auf der Gletscheroberfläche auskeilen. Diese Thatsache ist seither von Svenonius in Schweden und vom Ref. in den Ostalpen wiederholt beobachtet worden und sie dürfte namentlich für die Erklärung des norddeutschen Decksandes belangreich werden. Referent wagt jedoch nicht mit Heim an die Fähigkeit des Gletschers, seinen Untergrund aufwirbeln zu können, zu denken, da die fraglichen Sand- und Schlammlager die deutlichsten Spuren der Wasserwirkung an sich tragen.

Nach diesen Erörterungen wendet sich Heim zur Grundmoräne und ihren Wirkungen. Dieselbe besteht aus einem in die Unebenheiten des Gletscherbettes eingepreßten Schlammlager mit gekritzten Geschieben und in dem Eise eingefrorenen Gesteinsfragmenten; letztere sind mobil, erstere nicht (S. 351). Nur die zwischen Eis und Fels eingeklemmten Trümmer schrammen den Untergrund und kritzen sich gegenseitig, bei Ablagerung des Schlammlagers kommt der Einfluß des Gletscherbaches ins Spiel. Diese Ausführungen, welche sich größtenteils gegen die Ansicht von Charles Martin über die Bildung der Grundmoräne, welcher auch der Ref. gehuldigt hat, richten, kann der Ref. heute mit gewissen Modifikationen nach seinen Untersuchungen ostalpiner Gletscher bestätigen, worüber derselbe gelegentlich berichten wird. Ref. schließt sich dem Wunsche des Verf. an, es möchten an Schliffflächen vor den Gletschern Löcher eingebohrt werden, an welchen man, nachdem die Flächen wieder vom Eise bedeckt gewesen sein werden, den Betrag der Abschleifung konstatieren kann. Die Endmoränen bestehen aus dem Material der Grund- und Oberflächenmoränen, von welchem der Regel nach bei den alpinen Gletschern das letztere überwiegt, jedoch wird hervorgehoben, daß auch der umgekehrte Fall nicht fehlt. Die grönländische Vereisung hat keine echten Oberflächenmoränen und keine beträchtlichen Endmoränen, welch letztere hingegen bei den lokalen Gletschern

Grönlands großartig entfaltet sind. Hieraus wird geschlossen, daß im allgemeinen die Gletscher zum überwiegendsten Teile ihre Moränen nicht vom Untergrunde, sondern von den überragenden Gehängen beziehen. Es folgt nun eine Auseinandersetzung über den Schlammgehalt der Gletscherbäche; hervorgehoben wird die nahe Übereinstimmung der Schlammführung norwegischer Gletscherbäche mit der der Aare beim Austritt aus dem Unteraargletscher; die Tabelle läßt leider die von den Dänen neuerlich gewonnenen Ziffern über den unerwartet hohen Schlammgehalt der grönländischen Gletscherströme vermissen. Betreffs der Schlammführung von Gletscherbächen und gewöhnlicher Alpenflüsse wird auf die Anwachsperioden der letzteren hingewiesen, in welchen dieselben ungemein schlamm- und gechiebereich sind, und dann, indem die gesamte Geschiebeführung gewöhnlicher Flüsse mit dem Schlammtransport der Gletscherbäche verglichen wird, wird das Ergebnis gewonnen, daß letzterer geradezu verschwindend gegenüber dem esrteren sei. Daß der Gletscherbach auch beträchtliche Geröllmengen führt, mit welchen er vor dem Gletscherende weite Flächen überschüttet, wird bei diesem Vergleiche übersehen, ja, um so recht die Unbedeutendheit der Gletscherbachtrübung zu zeigen, vergleicht Heim sie sogar mit der Geschiebführung eines ausbrechenden Wildbaches, und vom Ref., welcher einmal auf die konstante Trübung der Gletscherbäche aufmerksam gemacht hat, wird behauptet, daß er das Gebirge nur bei Sonnenschein kenne. Man sieht, der Erörterung fehlt es hier namentlich an Vertiefung. Einmalige Wirkungen werden mit konstant auftretenden, Schlammführung wird mit Geschiebsführung verglichen, und gar nicht bewußt wird sich Heim der Thatsache, daß Gletscherbäche und Flüsse schon deswegen nicht vergleichbar sind, weil der Gletscherbach mehr Wasser führt als es über dem Gletschergebiete regnet bez. schneit, denn nicht nur verdunsten keine Niederschläge, sondern es findet auf der Gletscheroberfläche eine konstante Kondensation statt, während andere Bäche nur die Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung zu Thale führen. Gleichsam verdünnt ist daher in den Gletscherbächen die schlammige Trübung und doch ist sie so auffällig. Und dann besteht diese Trübung aus mechanisch zerriebenem Material, die des Wildbaches aus Verwitterungsprodukten.

Vergessen hat Heim zwar die Gletscherbachalluvionen nicht. Dieselben entstehen bereits teilweise neben der Grundmoräne unter dem Eise, und in kurzer Entfernung vom Gletscher sind die charakteristischen Eigentümlichkeiten des Eistransportes an den Geröllen verwischt. Mächtige Schlammablagerungen bilden sich häufig in Eisseen. Dieselben verdienen aber noch aufmerksame Untersuchung. Im Norden, wo sich die Gletscher in Eisberge auflösen, wird durch letztere ein Teil der vom Gletscher verfrachteten Trümmer weiter transportiert und an entlegenen Stellen abgelagert. Der Verf. führt die ganze Neufundlandbank auf die von Eisbergen abgelagerten Trümmer zurück, er schreibt den Eisbergen die Thätigkeit zu, den Untergrund zu schrammen, und ist geneigt, wenn sich nur vereinzelte geschrammte Schliffflächen auf anstehendem Fels zwischen marinem Blocklehm finden, zunächst an Treibeisbildung zu denken. Die Åsar werden hier gelegentlich als die Moränen einer ersten Vereisung

angesprochen, welche bei späterem Untertauchen des Landes vom Meere überarbeitet worden sind.

Nach diesen Erörterungen folgt eine Zusammenfassung der Wirkungen des Gletschers auf den Untergrund. Verworfen werden alle Spekulationen über diesen Gegenstand und mit Recht wird geäußert, daß die Frage die Quantität, nicht Qualität der Gletscherwirkungen betreffe, die Lösung wird jedoch dem Beobachtungstakte oder Anschauungsgefühle überlassen, wodurch allerdings nahegelegt wird, anzunehmen, daß die eine oder andere Betrachtungsweise auf Taktlosigkeiten beruhe. Es wird dargelegt, daß Oberflächentrümmer zur Grundmoräne werden, namentlich indem sie in die Randspalten geraten, wo ganze Seitenmoränen verschlungen werden; weiter wird ausgeführt, daß älterer Schutt zur Grundmoräne werde. Beispiele zeigen, daß der Gletscher bald wirkungslos über losen Schutt hinweggeht, daß er denselben bald aufschürft; Ausfegen eines alten Alluvionsbodens zu einem kleinen Seebecken ist bisher noch nicht an existierenden Gletschern beobachtet worden. Jedoch erstrecken sich diese Beobachtungen bloß auf das Gletscherende, wo das Eis nicht unmittelbar auf dem Untergrunde aufruht; wo solches der Fall ist, dürfte das Eis wohl alle vorhandenen losen Trümmer ausfegen. Da an gegenwärtigen Gletschern es unmöglich ist, einschlägige Beobachtungen zu machen, so wird versucht, aus den eiszeitlichen Spuren Resultate zu gewinnen. Betont wird, daß die alten Gletscher oft wirkungslos lockeres Material überschritten hätten, daß sie dasselbe aber gelegentlich auch stauten und schürften, wenngleich durchaus nicht alle Schichtenstauchungen von Gletschern erzeugt sein müßten. Aufarbeitungen des losen Untergrundes, wie sie an rezenten Gletschern nicht nachweisbar sind, sind aber für die diluvialen erwiesen durch die lokale Grundmoräne, obwohl behauptet wird, daß letztere ausschließlich aus bereits gelöst gewesenen Trümmern bestünde. Das Verhalten der Seen zu den alten Gletschern bleibt absichtlich unerörtert, weil daraus nur hypothetische Ergebnisse herzuleiten seien, trotz des geographischen Zusammenfallens von See- und alten Gletschergebieten und trotz des vom Ref. geführten Nachweises, daß die Seen des deutschen Alpenvorlandes nur während der letzten Vereisung entstanden sein können. Eine weitere Quelle des Grundmoränenmaterials bietet der feste Felsgrund, wie durch die Gletscherschliffe angezeigt ist; für wahrscheinlich wird ferner gehalten, daß ein Gletscher, wenn er über vorher rauhen Boden hinweggeht, Stücke ausbrechen kann, was so lange dauern mag, bis der gesamte Grund geschliffen ist. Diese ausbrechende Thätigkeit soll an aktuellen Gletschern schwer nachzuweisen sein, um so mehr freut sich der Referent, dem Verfasser einschlägige Beispiele liefern zu können; die großen Kreidegeschiebe des norddeutschen Flachlandes gelten als Beweise für diese Wirksamkeit der alten Eisströme. Die infolge hohen Druckes große Duktilität und Plastizität des Eises an der Sohle mächtiger Gletscher ist der erosiven Wirkung hinderlich; zu beachten ist endlich, daß nicht aller Grundmoränenschlamm vom festen Fels, sondern zur größeren Hälfte wohl von dem sich reibenden Grundmoränenmaterial stammt. Hiernach ergibt sich nach Heim für die Bildung der Grundmoränen ungefähr das auch später entwickelte Schema,

daß dieselben bei Gletschern, welche Oberflächenmoränen besitzen, aus letzteren stammen, daß sie jedoch bei Gletschern, die keine Oberflächenmoränen aufweisen und haben können, präexistierendem Schutte entnommen seien. Daß aber die letztere Quelle der Grundmoränenbildung rasch versiegen muß, wird nicht erwogen.

Heim teilt die Ansicht derer, welche die jetzigen Gletscher nicht für sonderlich geeignet halten, die Spuren ihrer bodengestaltenden Thätigkeit zu verraten, weil sie dieselben konstant verhüllen. Er geht daher nicht nur bei Betrachtung der Grundmoränen, sondern namentlich auch bei einer Übersicht der Wirkungen der Gletscher auf das Relief vielfach auf die diluvialen Eisströme ein. Er schließt sich der Ansicht von Kaufmann an, daß die Weitungen gewisser Thäler der Schweizer Molassenzone durch die alten Gletscher erzeugt seien, und hält für möglich, daß die Gletscher seichte Mulden ausschleifen können, obwohl er einschlägige Beobachtungen an heutigen Gletschern noch als fehlend bezeichnet; sodann faßt er diejenigen Thatsachen und Überlegungen zusammen, welche die quantitative Geringfügigkeit der direkten Gletschererosion beweisen, indem er Fluß- und Gletscherwirkung vergleicht. Der Fluß wirkt linear, der Gletscher flächenhaft; der erstere arbeitet gemeinschaftlich mit der Denudation, letzterer allein, da unter großen Gletschern die Temperatur keine großen Schwankungen zeigt, während kleine Gletscher im Winter am Boden anfrieren und dann wirkungslos sind. Letzterer Ansicht widersprechen die erwähnten Beobachtungen des Ref. Die Masse der erodierenden Substanz und ihr Gefälle ist Maß ihrer Erosionskraft; das Eis verbraucht einen bedeutenden Teil von Arbeit, um fließen zu können, das Wasser nicht; das Eis verteilt seine Wirkung auf große Flächen, der Fluß konzentriert dieselbe auf einen schmalen Weg; das Eis zehrt einen Teil seiner Arbeitskraft auf, um Gesteine zu zermalmen, der Fluß schlägt nur Trümmer zusammen; das Eis schließt die Mitwirkung der Verwitterung aus, der Fluß wird durch dieselbe unterstützt. Hieraus wird geschlossen, daß die thalbildende Wirkung des Gletschers notwendigerweise hinter der des fließenden Wassers zurücksteht. Ref. bemerkt hierzu, daß bei allen diesen Vergleichen nur thalbildende Wasseradern in Betracht gezogen sind, nicht aber solche Ströme, welche, wie die Mehrzahl der großen Alpenflüsse, ihre Thäler zuschütten. Weiter wird aus der Beschaffenheit der Rundhöcker entnommen, daß ein Gletscher unfähig ist, selbst eine kleine Felsklippe in seinem Wege wegzuscheuern, und aus sich kreuzenden Schrammen wird geschlossen, daß der Gletscher seine eignen Spuren nicht zu verwischen möge. Felsbuckel in alten Gletscherbetten zeigen, daß die Eisströme die ihnen entgegentretenden Hindernisse nicht beseitigen können. Endlich wird hervorgehoben, daß sich die Gletscher den Thälern fügen und nicht umgekehrt, worauf gezeigt wird, daß die Weitungen der schweizerischen Molassenthäler in höheres Niveau fallen als die Flüsse, welche einst diese Thäler durchmaßen, nun aber aus denselben abgelenkt sind: »Die vergletscherten Molassethäler, welche ihren Fluß verloren haben, sind somit in der Vertiefung bedeutend zurückgeblieben.« Das aus Bayern angeführte Beispiel würde allerdings, wenn man anstatt der von Heim ge-

gebenen Zahlen die wirklichen einsetzt, das Gegenteil lehren (Höhe des Hauptgletscherthales 460 m, jetzige Höhe des abgelenkten Flusses daneben 580 m), falls sich der Nachweis erbringen ließe, daß das Gletscherthal jemals zuvor vom Flusse passiert wäre. Von einigen Schweizer Seen wird beiläufig erwähnt, daß sie präglazial und gesenkte Thalstrecken wären, »Detailnachweise können allerdings nicht an diesem Orte gegeben werden«, was der Ref. um so mehr bedauert, als ihm von den deutschen Alpenseen ebenso wie Schill vom Bodensee nur möglich war, ein diluviales, eiszeitliches Alter zu erweisen. Weiterhin wird erwähnt, daß Escher von der Linth in den Moränen des schweizerischen Molassenlandes Gesteine der Thalgründe vermißt habe, wogegen allerdings neuere Beobachtungen sprechen, und zum Schluß wird nochmals betont, daß an aktuellen Gletschern noch nicht beobachtet sei, daß dieselben den festen Untergrund aufarbeiteten, was aber S. 382 von den diluvialen behauptet wurde. Nun resümiert Heim seine Überzeugung, er hält ein allmähliches Ausfegen von Schutt aus den Thälern durch Gletscher für möglich, aber nicht ein Ausschleifen von Seen, oder endlich eine Zirkus- und Thalbildung. Über die Grundmoräne wird zusammengefaßt, daß dieselbe bei alpinen Gletschern aus der Oberflächenmoräne, bei nordischen aus vorher existierendem Schutt herzuleiten sei und daß sich in ihr nur in minimaler Menge das Material des festen Untergrundes finde. Darauf werden die Wirkungen der Gletscher mit denen anderer Agentien verglichen und pseudoglaziale Erscheinungen sorgfältig registriert. Hier wird auch der Karrenfelder gedacht, zu deren Bildung namentlich Schneewasser nötig ist und die daher in tiefen Niveaus als Beweise eines eiszeitlichen Klimas gelten können. Mit einer Aufzählung der die Gletscher bewohnenden Organismen schließt der Abschnitt VII, welcher neben den vielen Punkten, welche zum Widerspruch locken, doch die Basis enthält, die weiteren Erörterungen zu Grunde gelegt werden kann. Ref. hebt dieselbe besonders hervor. Er teilt mit Heim die Ansicht, daß die Gletscher Schutt ausfegen und denselben bergan transportieren können, daß sie somit die Fähigkeit besitzen, verschüttete Becken zu reexkavieren oder auszukolken; er ladet Heim hiermit freundlichst zur Besichtigung einiger ausgekolkter Becken ein, welche zugleich zeigen, daß sich an die Reexkavation unmittelbar eine Exkavation knüpfte, und freut sich mit Heim vor allem darin zu harmonieren, daß es sich um die Quantität, nicht mehr um die Qualität der Gletscherwirkung handle, worüber nur Beobachtungen, keine Diskussion Aufschluß geben können.

Der Abschnitt VIII des Heim'schen Werkes gibt eine allerdings etwas gedrängte und nicht ganz erschöpfende Übersicht der geographischen Verbreitung der Gletscher und der klimatischen Bedingungen, von welchen letztere abhängt. Während die Tropen nirgends echte Eisströme besitzen, entfalten sich solche in ausgedehntestem Maße in gemäßigten Breiten, dort wo Reichtum an Niederschlägen sich mit niederer Temperatur vereinigt. In den Polarregionen endlich finden sich Gletscher auch nur dort, wo beide Bedingungen zugleich vorhanden sind, also in Grönland, Spitzbergen, während sie in Sibirien und Britisch-Nordamerika fehlen. Eine Übersicht lehrt sodann, daß die Schneelinie in den verschiedensten Temperaturzonen

von — 20⁰ bis + 3⁰, die Gletscherenden bei — 19⁰ bis + 8⁰ und 10⁰ gefunden werden. Daraus erhellt, daß die Vergletscherung in erster Linie von der Verteilung der Feuchtigkeit abhängt, und weiter wird geschlossen, daß die lokalen terrestrischen Einflüsse, d. h. die Verteilung der Feuchtigkeit und der Temperatur in horizontaler und vertikaler Richtung unvergleichlich maßgebender sind als alle kosmischen Erzeuger von Klimaschwankungen. Indem dann weiterhin erörtert wird, daß die Niederschläge mit der Höhe erst zunehmen, dann aber wieder abnehmen, wird dargelegt, daß die Schneeregion nicht bloß eine untere, sondern auch eine obere Grenze haben müsse. Unter Umständen treffen obere und untere Grenze zusammen, so daß dann nicht mehr entschieden werden kann, ob ein Berg nicht bis über die untere Grenze der Schneeregion oder schon über deren obere Grenze aufrage. Die Schneeregion erscheint demnach als eine verschieden dicke, gelegentlich förmlich durchlöcherte Schicht. Dies äußerst wichtige Ergebnis wird dadurch, daß während des Druckes des Buches gerade in denjenigen Regionen, auf deren Gletschermangel Heim öfter verweist, daß gerade dort, wo die Schneeregion durchlöchert erscheinen soll, Gletscher entdeckt sind (Inseln im nordsibirischen Meere durch die Jeannette-Expedition, Grinellland durch die Greely-Expedition) nicht in seiner prinzipiellen Bedeutung gemindert, auch nicht dadurch, daß sich die Schneegrenze in Süd-Georgien, laut mündlicher Mitteilung von Mitgliedern der deutschen Expedition, nicht im Meeresniveau, sondern in 800 m Höhe befindet. Für künftige Auflagen möchte der Ref. den Wunsch aussprechen, daß das große in Abschnitt VIII verarbeitete Material mit Citaten ausgestattet und nach mancher Richtung gesichtet werden möchte; auch eine einheitlichere Orthographie russischer Namen wäre wünschenswert.

Von den Schwankungen der Gletscher in historischer Zeit handelt Abschnitt IX. Großer Nachdruck wird hier darauf gelegt, daß Änderungen in der Ernährung und Abschmelzung zugleich es sind, welche die Gletscherschwankungen bedingen, und daß keinerlei feste Beziehungen zwischen der Höhenlage von Kammlinie, Firnlinie und Gletscherende existieren, wie solche von H. Höfer gemutmaßt worden sind. Durch Diskussion der Gletscherschwankungen, durch welche in den Alpen 1000 bis 2000 m lange Areale vereist und wieder enteist worden sind, wird dargelegt, daß die Perioden der Abnahme und Zunahme, wenn sie bedeutend sind, die Dauer einer ganzen Reihe von Jahren haben, wobei in den Alpen die Tendenz besteht, daß zeitweilig alle Gletscher sich gleichzeitig in gleichem Sinne verändern, wozu jedoch zu bemerken ist, daß bei den großen Gletschern die Schwankungen verspätet, bei kleinen und steilgeneigten hingegen verfrüht auftreten. Diese Schwankungen beziehen sich nicht nur auf den Stand des Gletscherendes, also auf die Länge des Gletschers, sondern auch auf dessen Mächtigkeit, im ganzen also auf sein Volumen; Schwinden und Wachsen äußern sich zunächst in den oberen Partien, nehmen aber nach unten an Intensität zu. Ungemein lehrreich ist das reiche diese Sätze belegende Material. Es hat der Rhonegletscher von 1856—1880 175 000 000 cbm, der Obersulzbachergletscher 60 000 000 cbm, die Pasterze 1856—1883 328 000 000, der Hüfi-

gletscher 160000000 cbm Eis verloren, im Wallis minderte sich die schnee- und eisbedeckte Fläche in den Jahren 1850—1880 um 54 qkm, also um 1/20 ihrer Gesamtgröße. Durchweg in den ganzen Alpen äußern sich die Jahre 1815 und 1850 als solche maximaler Ausdehnung. Die Wachstumsperioden sind von kürzerer Dauer als die des Rückzugs und zeichnen sich zugleich durch rascheres Fließen aus, wie durch einige allerdings noch zu mehrende Beispiele gezeigt wird. Durch eine größere Anzahl von sorgfältig ausgewählten Fällen wird darauf dargethan, daß in den letzten Jahrhunderten der Umfang der Gletscher allenthalben in den Alpen zugenommen hat, und ferner nach dürftigen Berichten über außeralpine Gletscher gefolgert, daß sich in den letzten 30 Jahren die Gletscher der Alpen, Pyrenäen, des Kaukasus, von Skandinavien, Spitzbergen, Grönland und Innerasien durchaus analog verhalten haben. Die Schwankungen der Gletscher sind das Ergebnis mehrjährig in demselben Sinne zusammenwirkender Faktoren, nämlich der Niederschlagsverhältnisse, welche vorzugsweise das Wachsen, und der Erwärmungsverhältnisse, welche vor allem die Abnahme der Gletscher bedingen. Beide Elemente sind, wie durch ausführliche Angaben belegt wird, durchaus variabel, und wenn auch meteorologische Stationen in großen Höhen noch sehr fehlen, so lassen sich doch in diesem Jahrhunderte zwei naßkalte Perioden 1808—1817 und 1836—1849 nachweisen, denen die großen Wachstumsperioden der Gletscher, wenn auch retardiert, zu entsprechen scheinen. Die Verzögerung des Ganges der Gletscher gegenüber dem der Witterung wird nun noch ausführlich behandelt. Eine Mehrung der Firnmassen mehrt den Druck auf den oberen Teil des Gletschers, weswegen dieser in raschere Bewegung kommt und zu gleicher Zeit anschwillt und dadurch wiederum auf die unteren Teile des Gletschers drückt, so daß diese verhältnismäßig bald vermöge der vermehrten Firnmassen vorwärts schreiten. Dementsprechend muß die Verdickung des Eisstromes rascher thalabwärts schreiten als das Eis selbst, ein Punkt, der durch Beobachtungen hoffentlich bald nachgewiesen wird. Kleine klimatische Änderungen werden also durch relativ bedeutende Gletscherschwankungen sichtbar, und um die Eiszeit zu erklären, bedarf es nicht unerhörter Vorgänge.

Abschnitt X widmet sich nun den Gletschern der Vorzeit, deren Spuren: erratische Blöcke, alte Moränen, alter geschichteter Gletscherschutt, alte Gletscherschliffe, Riesentöpfe mit den erratischen Pflanzen und Tieren kurze Erwähnung finden, worauf die Eiszeit als Periode und die Ursachen der Eiszeit skizziert werden. In diesem vielleicht zu knapp gehaltenen Abschnitt stützt sich der Verf. vorzugsweise auf ältere Arbeiten. So findet sich z. B. erwähnt, daß die südalpinen Gletscher in das Pliocänmeer mündeten, die Åsar werden hier als alte Ufermoränen gedeutet (S. 540); die Beweise für eine Auskolkung (Reexkavation) der Seebecken werden ohne weiteres als mehrdeutig von der Hand gewiesen, und wiewohl die Vereisung von Nordeuropa und Nordamerika zugestanden wird, wird doch S. 558 von einer Meerbedeckung der Tiefländer Europas gesprochen etc., so daß also der Schlußabschnitt des Buches nicht als »last not least« bezeichnet werden kann.

Allein, wie es sich auch mit diesen und anderen Aussetzungen verhalten möge, sie kommen nicht in Betracht gegenüber der Gesamtleistung, die des guten so viel und des neuen so mancherlei bringt, daß man dieselbe nur mit Belehrung lesen und — nicht kurz referieren kann.

München. ALBRECHT PENCK.

Litteratur und Kritik.

Die Seele des Kindes. Beobachtungen über die geistige Entwickelung des Menschen in den ersten Lebensjahren von W. PREYER. Zweite vermehrte Auflage. Leipzig, Th. Grieben's Verlag. 1884. (XII, 488 S. 8°.)

Als wir im Aprilhefte der »Deutschen Rundschau« von 1883 das Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches anzeigten, sprachen wir den Wunsch aus, »daß es in der litterarischen Hochflut unserer Tage die ihm gebührende Stellung als eines in vieler Hinsicht grundlegenden Werkes sich immermehr erwerbe und behaupte«. Eine Erfüllung dieses Wunsches und eine nicht mißzudeutende Kritik der ersten Auflage dieses Buches von seiten des gelehrten Publikums ist das Vorhandensein und die so schnelle Folge einer zweiten Auflage.

Es ist unter allen Umständen ein gutes Zeichen für ein streng wissenschaftliches Werk, wenn es überhaupt eine zweite Auflage erlebt. Wenn es aber, wie das vorliegende, ein Gebiet zu kultivieren sucht, dem bisher eine kaum glaubliche Vernachlässigung zu teil geworden war, so ist eine plötzlich entstandene lebhafte Nachfrage nach einem solchen Werke ein unzweideutiger Beweis dafür, daß es der Verfasser verstanden hat, für die von ihm behandelten Fragen weitere Kreise zu interessieren und ein bisher schlummerndes Bedürfnis zu einem fühlbaren zu machen. Besonders um dieses letzteren Umstandes willen begrüßen wir das Erscheinen der zweiten Auflage dieses hochbedeutsamen Werkes mit aufrichtiger Freude; denn wir wünschen mit dem Verfasser desselben lebhaft, daß sich möglichst viele und berufene Kräfte an der Lösung der überaus bedeutungsvollen Fragen und Probleme, welche die erste geistige Entwickelung des Menschen in sich schließt, beteiligen möchten, um so mehr als eine richtige Erkenntnis auf diesem Gebiete unsere Auffassung über die höchsten Fragen des Daseins nicht unwesentlich beeinflußt und nebenbei noch von hohem praktischem Werte für den Lehrer und Erzieher, den Arzt und Seelsorger, ja wir möchten sagen für jeden denkenden Menschen ist.

Da wir wohl annehmen dürfen, daß manchem Leser dieser Zeitschrift die erste Auflage des in Rede stehenden Buches nicht unbekannt ist, so könnten wir uns damit begnügen, bloß die Unterschiede der neuen Auflage von der alten zu kennzeichnen: da indessen seinerzeit vom

»Kosmos« des Erscheinens der ersten Auflage nicht gedacht worden ist, so wird es bei der Eigenartigkeit und Bedeutsamkeit des Buches gestattet sein, ein wenig näher auf Inhalt und Anlage des Preyer'schen Buches einzugehen.

Das in der neuen Auflage 31 Bogen starke Buch (die erste Ausgabe zählte nur 26 Bogen) enthält in der Hauptsache das Beobachtungsmaterial, welches Preyer durch eine sorgfältige, drei Jahre hindurch ununterbrochen fortgesetzte Beobachtung seines eigenen Kindes gewonnen hat. Die Resultate dieser Beobachtungen teilt er mit und verwertet sie unter gewissenhaftester Berücksichtigung der verhältnismäßig spärlichen Beobachtungen und Erfahrungen anderer zu einer Entwickelungsgeschichte der Seele des Kindes. Hierbei kommt es ihm besonders darauf an, genau zu scheiden zwischen dem, was im Menschen erblich ist, und dem, was durch die eigene psychische Thätigkeit unter Einfluß der Reize von außen in der Seele zur Bethätigung gebracht wird. In der scharfen Scheidung beider erblickt er eine Hauptaufgabe des Buches und zeigt dadurch, »welch ein Kapital von den Ahnen jeder einzelne ererbt hat, wie viel durch die Sinneseindrücke nicht erzeugt wird und wie falsch es ist, zu meinen, der Mensch lerne fühlen, wollen, denken nur durch die eigenen Sinne.«

Der erste Hauptteil des Buches handelt von der Entwickelung der Sinne. Kap. 1 untersucht das Sehen des Neugebornen und zeigt, daß der Mensch in den ersten Lebenswochen im gewöhnlichen Sinne des Wortes gar nicht sehen kann, sondern daß das Sehen mit der bei der Geburt vorhandenen Unterscheidung von hell und dunkel beginnt, daß aber das Fixieren eines Objektes, welches beim deutlichen Sehen vorausgesetzt wird, sich sehr langsam ausbildet und daß die richtige Deutung des Gesehenen und damit das Zustandekommen richtiger räumlicher Wahrnehmungen eine noch längere Zeit beansprucht. Im 3. bezw. 4. Jahre ist das Sehen des Kindes bis zur schnellen und sicheren Unterscheidung der Grundfarben vorgeschritten. Die anfangs atypischen und asymmetrischen Augenbewegungen werden allmählich von den koordinierten und symmetrischen völlig verdrängt. In bezug auf das Hören, das im 2. Kapitel untersucht wird, ist besonders wichtig die große Überlegenheit des Ohres über das Auge in psychogenetischer Beziehung, welche namentlich aus einer Vergleichung eines noch nicht sprechenden blindgebornen und eines gleichalterigen taubgebornen Kindes zur Evidenz erkannt werde. Auch das Hören ist bei der Geburt noch nicht vorhanden. Es beginnt gegen Ende der ersten Lebenswoche mit Wahrnehmung sehr starker Schalleindrücke und schreitet im 2. und 3. Monat zur Erkennung der Schallrichtung fort, im weiteren aber zu der hochbedeutsamen Unterscheidung der Geräusche und Klänge der Sprache, wodurch es eine wichtige Grundlage für die spätere Sprachaneignung schafft. Übrigens geht die Entwickelung des Ohres viel schneller als die des Auges vor sich. — Das 3. Kapitel konstatiert die auffallend geringe Berührungsempfindlichkeit Neugeborner gegen Temperaturen und Schmerz und findet den Grund für dieselbe in einer noch unvollkommenen Ausbildung des Gehirnes, nicht der Haut, die schon beim Embryo

sehr erregbar sei. — In Kapitel 4 und 5 wird gezeigt, daß Geschmack und Geruch beim neugebornen Kinde am besten ausgebildet sind und schon unmittelbar nach der Geburt ein bewundernswert feines Unterscheidungsvermögen erkennen lassen. — Bezüglich der in Kapitel 6 charakterisierten »frühesten Organgefühle und Emotionen« des Kindes hebt der Verfasser hervor, daß sie von großer Intensität, aber von geringer Mannigfaltigkeit und Dauer sind. Sie »treten von allen psychischen Vorgängen zuerst bestimmt auf« und regulieren das Verhalten des Kindes. Sie entstehen auf Grund der Empfindungen, denn »jede Empfindung erzeugt, sowie sie mit einer anderen Empfindung verglichen worden ist, ein Gefühl« (S. 135). »Ehe noch von Wollen, von Gedächtnis, Urteil, Schließen im eigentlichen Sinne ein sicheres Merkmal gefunden wird, haben die Gefühle sich ausgeprägt im unmittelbaren Anschluß an die ersten Erregungen der Sinnesnerven, und ehe noch die den einzelnen Sinnesgebieten zugehörigen Empfindungen als spezifisch verschieden deutlich unterschieden werden.« Durch ihre Wiederholung kommt nach und nach das Gedächtnis, Urteilen und Schließen zu stande. »Aus dem Begehren alles dessen, was einmal Lustgefühle herbeigeführt hat, entwickelt sich allmählich der Wille des Kindes.« Man sieht hieraus, wie der Verfasser, im Einklange mit der HERBART'schen Psychologie, die vorstellende Thätigkeit der Seele als die Grundlage für alle psychischen Qualitäten ansieht. — Im 7. Kapitel stellt der Verfasser die gewonnenen Resultate noch einmal übersichtlich dar in einer sehr dankenswerten »Zusammenfassung der allgemeinen Ergebnisse«.

Der zweite Hauptteil des Buches handelt von der Entwickelung des Willens. Nachdem im ersten Kapitel gezeigt worden ist, daß der Wille sich unmittelbar nur durch Bewegungen äußert, werden die Bewegungen des Kindes nach ihrer Bedeutung als Willensäußerungen dargestellt. Auch hier wird wieder die Priorität der Vorstellungen vor den Gefühls- und Willensäußerungen in der Seele des Kindes scharf hervorgehoben. Bei der großen Wichtigkeit dieser Frage für die Psychologie und Metaphysik sei es gestattet, auf folgendes Resultat der Forschungen PREYER's hinzuweisen: »Der Wille entsteht also nicht aus nichts und präexistiert nicht als solcher, sondern er entwickelt sich aus jenem Begehren, welches seinerseits nicht eine fundamentale oder unzerlegbare Funktion der Ganglienzelle, sondern die Folge ihrer Erregbarkeitsänderungen ist, vermittelst der Gefühle und dann der Vorstellungen« (S. 144). Die gegebene Einteilung der Bewegungen des Kindes ist des Verfassers eigenstes Verdienst, denn niemand außer ihm hat bis jetzt eine sorgfältige Beobachtung und Zusammenstellung der Bewegungen des Kindes auch nur versucht. Er teilt auf Grund seiner Beobachtungen die Bewegungen des Kindes in impulsive, Reflexbewegungen, instinktive, imitative, expressive und überlegte, in welcher Reihenfolge sie auch im allgemeinen zuerst auftreten. Die ersten 3 Gruppen sind angeboren, die letzten 3 kommen erst zu stande, wenn die Entwickelung der Sinne soweit gediehen ist, daß auch die Ursache ihrer Erregung erkannt wird. Eine wertvolle Bereicherung hat dieser Abschnitt in der

neuen Auflage dadurch erfahren, daß demselben eine schematische Zeichnung beigegeben ist, welche die sensorischen und motorischen Nervenzentren und Sinnesnerven darstellt, deren Vorhandensein und Gangbarkeit Bedingung für das Zustandekommen jener Bewegungen ist.

Das 9. Kapitel charakterisiert die impulsiven Bewegungen als solche, die in keiner Weise durch periphere Erregungen zu stande kommen. Hierher gehören gewisse, meist unkoordinierte Streck- und Beugbewegungen der Arme und Beine, das Recken der Glieder nach dem Erwachen, die Augenbewegungen vor dem Erwachen und ähnliche, auch gewisse Stimmübungen der Neugebornen. Von den im 10. Kapitel dargestellten Reflexbewegungen sind der erste Schrei des Neugebornen, das Niesen, Schnarchen, Husten, Schluchzen und Seufzen, Würgen und Erbrechen und die reflektorischen Augen- und Gliederbewegungen einer genauen Betrachtung unterzogen. Als für die Ausbildung des Willens ganz besonders wichtig werden die Reflexhemmungen bezeichnet. Den im 11. Kapitel genauer untersuchten instinktiven Bewegungen hat der Verfasser eine ganz besondere Sorgfalt bei seinen Beobachtungen gewidmet. Er gibt hier eine vollständige Entwickelungsgeschichte des Greifens und bespricht ferner die instinktiven Mundbewegungen, die Erlernung der geraden Kopfhaltung sowie das Sitzen-, Stehen- und Gehenlernen. Als die wichtigsten imitativen Bewegungen werden im 12. Kapitel mit Recht die imitativen Bewegungen der Sprechmuskeln genannt. Expressive Bewegungen des Kindes sind nach Kap. 13 das erste Lächeln und Lachen, das Mundspitzen und Küssen, das Schreiweinen und Stirnrunzeln, das Kopfschütteln und Nicken, das Achselzucken, das Bitten mit den Händen und Zeigen. Kommt zu irgend einer jener Bewegungen die Vorstellung des Zieles derselben, so wird die Bewegung zu einer überlegten oder willkürlichen, deren genaue Beschreibung Aufgabe des 14. Kapitels ist. Erst dann, wenn sich durch eine große Zahl unwillkürlich ausgeführter Bewegungen die nötigen Muskelempfindungen gebildet haben, kann das Kind das Ziel einer Bewegung vorstellen und den motorischen Impuls für die Ausführung derselben geben. Preyer ist der Ansicht, daß die ersten überlegten Bewegungen niemals vor Ablauf des ersten Vierteljahres stattfinden. Auch den Beschluß des 2. Teils bildet im 15. Kapitel eine »Zusammenfassung der allgemeinen Ergebnisse«.

Den intensiv und extensiv bedeutsamsten Teil des Preyer'schen Buches bildet der 3. Hauptteil »Von der Entwickelung des Verstandes«. Er enthält nicht bloß die interessantesten psychogenetischen Thatsachen, sondern erörtert auch die schwierigsten Probleme der geistigen Entwickelung; aber darum bewegt er sich auch zum Teil auf einem Gebiete, auf dem eine allgemeine Übereinstimmung der Forscher vorläufig und hinsichtlich mancher Fragen vielleicht für alle Zeiten ausgeschlossen bleibt. Auch wir wollen nicht leugnen, daß wir uns hier nicht durchgängig mit dem Verfasser in Übereinstimmung befinden, da wir des Verfassers monistische Naturanschauung nicht zu teilen vermögen und sie an manchen Stellen nicht ausreichend für die Erklärung der Thatsachen halten.

Nach drei Richtungen hat PREYER Beobachtungen gesammelt: 1) über die Ausbildung des kindlichen Verstandes unabhängig von der Sprache (16. Kap.); 2) über das Sprechenlernen (17. und 18. Kap.) und 3) über die Entwickelung des Ichgefühls (19. Kap.). Obgleich der Verfasser in seiner im 20. Kap. gegebenen »Zusammenfassung der Ergebnisse« erklärt: »Von allen Thatsachen, welche von mir durch die Beobachtung des Kindes in den ersten Jahren festgestellt worden sind, steht die Begriffbildung ohne Sprache am meisten den überlieferten Lehren entgegen, und gerade darauf lege ich das größte Gewicht«, so können wir uns einmal schon um deswillen nicht bedingungslos für seine Ansicht erklären, weil unter den angeführten Beispielen, die seine Ansicht stützen sollen, sich nicht wenige finden, die einer Zeit entstammen, in der das Kind zwar die seinen Verstandesoperationen zu Grunde liegenden Worte noch nicht selbst hervorbringen konnte, in der es aber doch schon ein Verständnis für eine mehr oder weniger große Summe von sprachlichen Begriffen hatte; zum andern müssen wir auch hier wiederholen, daß wir dieses Denken, das nur »in einem logischen Verknüpfen von Vorstellungen« besteht, nicht identisch setzen mit »Begriffbildung«. Erst wenn gezeigt wird, daß auch vor dem Sprachverständnis, d. h. vor dem »Verständnis des Gesprochenen«, welches bekanntlich bei allen Kindern der 2. Periode der Sprachaneignung, nämlich der »Äußerung des Gedachten«, voraufgeht, Begriffe vom Kinde gebildet werden, halten wir den Beweis für Begriffbildung ohne Sprache völlig erbracht. Uns ist daher auch heute noch der Fortschritt vom Vorstellen zur Begriffbildung und Spracherwerbung ein eminenter, zu dessen Erklärung wir die Annahme eines psychischen Prinzips, des »Geistes«, bedürfen, dessen unverkennbare Äußerungen wir auch in den von PREYER als »wortlose Begriffe, Urteile und Schlüsse« bezeichneten psychischen Gebilden erblicken[1].

Die sehr umfängliche Untersuchung über das Sprechenlernen beginnt mit einer interessanten Parallele zwischen den Sprachstörungen Erwachsener und den Unvollkommenheiten der Sprache des Kindes. In frappanter Weise wird gezeigt, daß alles, was der Erwachsene infolge krankhafter Störungen seiner Sprache nicht mehr leisten kann, vom Kinde noch nicht geleistet werden kann, weil seine Sprachorgane noch nicht die erforderliche Ausbildung erreicht haben. Darauf folgt

[1] Anm. d. Red. Wir bitten diejenigen unserer Leser, die sich näher für diese wichtige Frage interessieren, die trefflichen Beobachtungen Preyer's über die Geistesoperationen taubgeborner noch ununterrichteter Kinder oder die ganze durch wunderschöne und schlagende Beispiele erläuterte Darstellung der dem Sprechenlernen und dem Sprachverständnis vorausgehenden Verstandesthätigkeiten nachzulesen, um sich zu überzeugen, wie unmotiviert die Hereinziehung eines neuen, doch wohl metaphysisch zu fassenden „psychischen Prinzips“ zur Erklärung der in Worte gekleideten Begriffsbildungen ist. Die Quelle dieses „Prinzips“ scheint uns vornehmlich darin verborgen zu liegen, daß Referent ohne dasselbe wohl befürchten würde, Preyer auch in der weiteren Folgerung zustimmen zu müssen, daß „in dieser fundamentalen Thatsache [der Begriffbildung ohne Worte] das Material zur Überbrückung der einzigen großen Kind und Tier scheidenden Kluft“ zu sehen sei.

die hochinteressante Entwickelungsgeschichte des Sprechens beim Kinde, die bis in den 33. Lebensmonat des beobachteten Kindes in äußerst sorgfältiger und gewissenhafter Weise fortgeführt ist. Hierbei hebt Preyer hervor, daß der Anteil des kindlichen Geistes bei der Erwerbung der Sprache darin bestehe, daß »jedes einzelne Kind entdeckt, daß man mittels der Sprachlaute seine Vorstellungen kund thun und dadurch Lustgefühle herbeiführen, Unlust beseitigen kann«.

Bezüglich der Entwickelung des Ichgefühles macht Preyer mit Recht darauf aufmerksam, daß dasselbe nicht an dem Tage erwacht, an dem das Kind zum ersten Male das Wort »ich« statt seines Eigennamens gebraucht, sondern daß das Ich vom Nicht-Ich getrennt wird durch die Gewöhnung an die eignen Körperteile, die, anfangs vom Kinde als fremde Objekte betrachtet, allmählich als Mittel zu dem von ihm Gewollten und Hervorgebrachten verwandt werden.

Den Beschluß des Buches bildet eine stattliche Menge zum Teil sehr wertvoller Beilagen, und zwar: 1) Vergleichende Beobachtungen über das Sprechenlernen deutscher und ausländischer Kinder, die in der neuen Auflage eine nicht unbeträchtliche Vermehrung erfahren haben durch die mitgeteilten Auszüge aus dem Beobachtungstagebuche der Frau Baronin von Taube in Esthland, welche neben den Preyer'schen Beobachtungen die vollständigsten ihrer Art sein dürften; 2) Notizen über fehlende, mangelhafte und verzögerte geistige Entwickelung in den ersten Lebensjahren, die eine dankenswerte Bereicherung der neuen Auflage bilden, da sie als Beschreibungen von Ausnahmefällen geeignet sind, die über die normale geistige Entwickelung aufgestellten Regeln zu bestätigen, und 3) die schon der ersten Auflage beigegebenen »Berichte über das Sehenlernen operierter Blindgeborner nebst kritischen Anmerkungen dazu«.

Man sieht aus dieser den Inhalt des trefflichen Buches nur skizzierenden Darstellung, welche Fülle interessanten Materials in demselben gesammelt und verarbeitet ist, und ein Vergleich der ersten Auflage mit der zweiten zeigt, wie es des Verfassers unablässiges Bestreben gewesen ist, alle zuverlässigen Beobachtungen anderer zu benutzen, um die von ihm gefundenen Resultate daran zu prüfen und weiter zu erhärten. Anderseits wird man aber auch schon aus unserer Charakteristik des Buches gemerkt haben, wie schwer es ist, »die Geheimschrift der Seele zu entziffern.«

Daß die Beobachtung der geistigen Entwickelung des Kindes die wichtigsten Resultate in Aussicht stellt, könnte an mehreren Beispielen gezeigt werden. Hier sei es nur gestattet, des Verfassers Stellungnahme zu dem uralten Problem über den Ursprung der Sprache zu kennzeichnen. Er sagt (S. 438): »In Erwägung der Thatsache, daß ein ihm nachgebildeter Schall, also eine Wiederholung der Trommelfellschwingungen als Wort auf eine mit dem Schall verbundene Erscheinung angewendet wird, vermöge des Verallgemeinerungsvermögens intelligenter, aber noch alalischer Kinder, ist es trotz der Bedenken und Einwände selbst eines Max Müller durchaus zulässig, in der Schallnachahmung

und Wiederholung der eigenen angebornen Stimmlaute, also auch einer Nachahmung, den Ursprung der Sprache zu suchen.«

Die Feinheit und Schärfe des Preyer'schen Denkens, welches die unscheinbarsten, aber dennoch bedeutsamen Momente streng scheidet, möge durch ein Beispiel zu zeigen mir erlaubt sein. Er präzisiert (S. 189) seine Beobachtungen und Schlüsse über die Entwickelung des Greifens beim Kinde in folgender Weise: »Diejenige Bewegung des ganz jungen Kindes, welche vom Anfang an als Greifen bezeichnet zu werden pflegt, entsteht also folgendermaßen: Das Hin- und Herfahren mit den Händen, besonders gegen das Gesicht, ist angeboren, impulsiv, durch die intrauterine Haltung bedingt. Das Umfassen des in die Hand gelegten Fingers in den ersten Tagen ist rein reflektorisch. Dann folgt das zerstreute (beim Erwachsenen) oder »mechanische« Festhalten in die Hand gelegter Objekte als unbewußte (beim Erwachsenen unbewußt gewordene oder nicht mehr bewußte, beim Kinde noch nicht bewußte) instinktive Bewegung. Hierauf beobachtet man das Festhalten des Objekts mit Entgegenstellung des Daumens, wenn dasselbe so steht, daß die hin- und herbewegte Hand es zufällig erfaßt. Da der Daumen jetzt mitwirkt, ist der reine Reflex kompliziert geworden und die zentrale Separation der vorher vereinigten Impulse erreicht. Da das Festhalten viel länger dauert als beim Reflex und die Aufmerksamkeit, wenn auch nur sehr unvollkommen und vorübergehend, der neuen Erfahrung des Festhaltens sich zuwendet, so ist die Bewegung nun nicht mehr ohne das Bewußtsein des Cerebrosensoriums zu stande gekommen, sie ist aber noch nicht willkürlich; diese Art des ersten Festhaltens (nicht Greifens) steht den instinktiven (ideomotorischen) Bewegungen noch nahe. In der 17. bis 19. Woche beginnt die Beteiligung des Willens des Cerebromotoriums an diesem Akt zur vollen Geltung zu kommen; das Kind streckt den Arm noch nicht aus, will aber den Gegenstand, der zufällig in die Hand kam, festhalten. Es sieht ihn an und bildet sich eine Vorstellung von ihm. Von diesem Fixieren des erfaßten Objektes zum Erfassen des Fixierten ist nur ein Schritt. Damit ist dann das gewollte Greifen da, indem die Verbindungsbahn vom Cerebrosensorium zum Cerebromotorium endlich wegsam wird.«

Eine Bemerkung bezüglich der Sprache des geistvollen Buches möchten wir aber doch nicht unterdrücken. Es hat uns bedünken wollen, daß die oft geradezu auffällige Benutzung von griechischen und lateinischen Fremdwörtern zuweilen recht wohl zu vermeiden gewesen wäre, ohne daß dadurch der Wissenschaftlichkeit des Ausdruckes, wenn auch nicht immer der Kürze, Eintrag hätte gethan werden müssen. Wir glauben, ganz abgesehen von dem wohlberechtigten Stolze eines Volkes, seine besten Gedanken in das Gewand seiner Sprache gekleidet zu sehen, daß dem Buche selbst, das ja seinem Inhalte nach auch für weitere, mit den wissenschaftlichen Terminologien nicht so sehr vertraute Kreise bestimmt sein muß, ein wirklicher Dienst geschähe, wenn es leicht entbehrlichen fremden Ausdruckes einigermaßen entkleidet würde.

Mit dem Wunsche, daß es auch in seiner zweiten Auflage recht

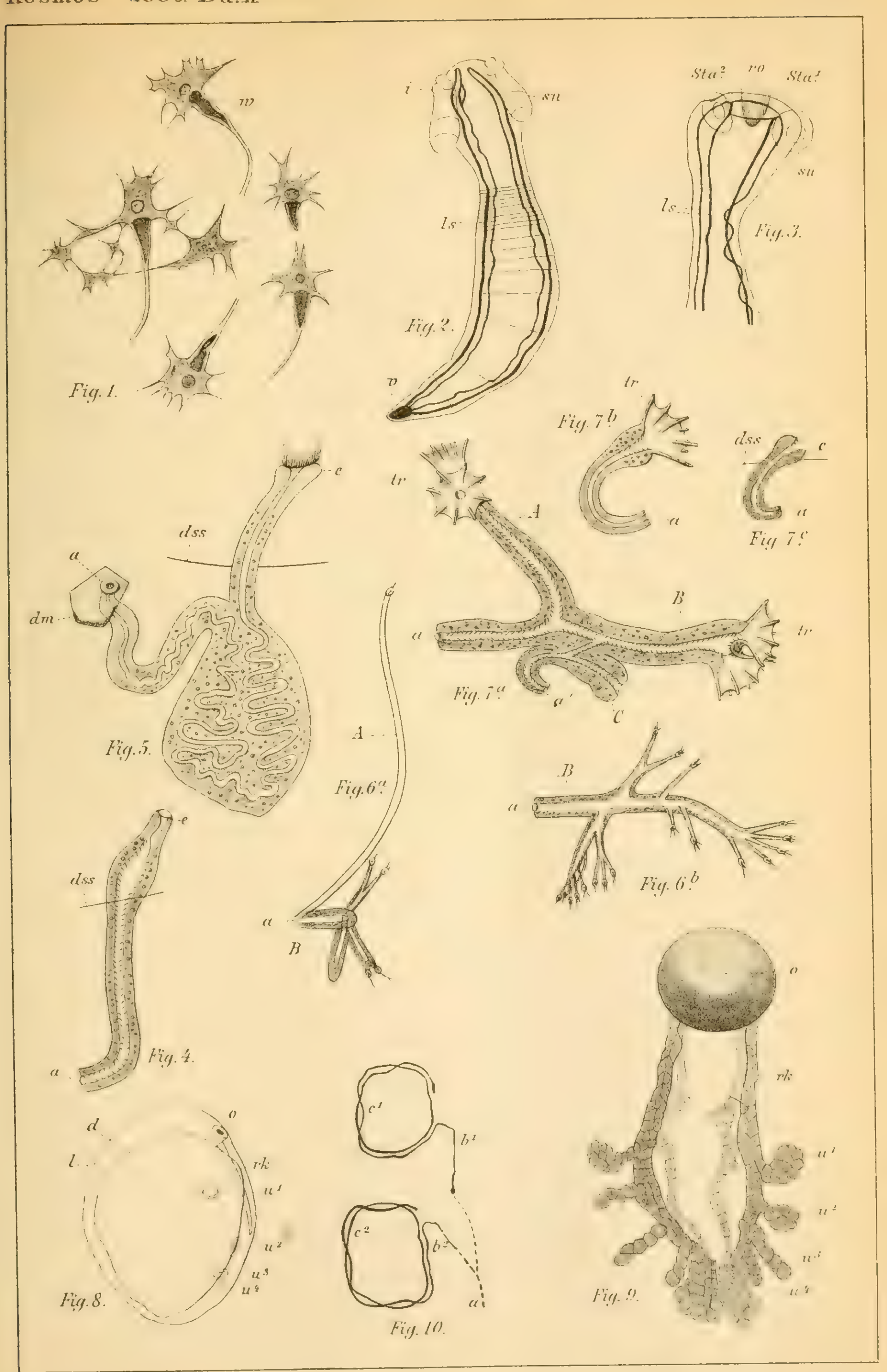
viele neue Freunde sich gewinne, empfehlen wir es allen, denen das Geheimnis des Werdens in der Menschenseele von hohem Interesse ist, als ein Werk deutscher Gründlichkeit und deutschen Forscherfleißes.

Zchopau. GUSTAV LINDNER.

Die deutschen Volksnamen der Pflanzen. Neuer Beitrag zum deutschen Sprachschatze. Aus allen Mundarten und Zeiten zusammengestellt von Dr. G. PRITZEL und Dr. C. JESSEN. Zweite Hälfte, S. 449—701. Hannover, Verl. von Philipp Cohen. 1884. 8⁰.

Die erste Hälfte dieses ungemein gründlich gearbeiteten Werkes wurde hier schon früher (Kosmos XI, 1882. S. 394) besprochen und daselbst auf seinen besonderen Vorzug aufmerksam gemacht, daß es auf die mittel- und altdeutschen Namen zurückgeht und uns dadurch eine Menge heute ganz unverständlicher oder durch Volksetymologie zu völlig neuer Bedeutung umgebildeter Ausdrücke in ihrer ursprünglichen, stets bezeichnenden oder beschreibenden Form kennen und verstehen lehrt. Die vorliegende zweite Lieferung bringt mit den ersten 17 Seiten das eigentliche Werk zum Abschluß; es folgen darauf: ein Verzeichnis der mittel-lateinischen Pflanzennamen (S. 466—472), Verzeichnis der deutschen Pflanzennamen (S. 473—682), dann die vorkommenden Personennamen noch besonders zusammengestellt (683—685), endlich ein Litteraturnachweis (686—695) und Nachträge und Verbesserungen (696—701). Es ist somit nicht recht ersichtlich, was das Erscheinen der zweiten Hälfte um 2 Jahre verzögern konnte, wenn nicht etwa die dem Litteraturnachweis vorausgeschickte Bemerkung dies erklären soll, daß nämlich im Nachlasse von PRITZEL kein Schriftstellerverzeichnis aufzufinden gewesen sei, weshalb JESSEN ein solches neu schaffen mußte, was in Anbetracht der Zerstreutheit und des teilweise hohen Alters der betr. Werke allerdings keine leichte Aufgabe gewesen sein mag. — Das Ganze stellt unzweifelhaft eine sehr wertvolle Bereicherung unserer nationalen Litteratur dar und ist von größtem Interesse für den Sprachforscher ebenso wie für den Kulturhistoriker und den Botaniker.

Ausgegeben den 5. August 1885.



R. S. Bergh del.

Lit. Anstalt G. Ebenhusen, Stuttgart.



Riesen und Zwerge.

Von

K. Fuchs (Oedenburg)[1].

I. Teil.

Es ist eine alte Frage, ob ein Zwerg, der zehnmal niederer und überhaupt zehnmal kleiner dimensioniert ist als ein normaler Mensch, auch zehnmal weniger wiegt, zehnmal kleinere Lasten hebt, zehnmal niederer springt, zehnmal weniger ißt etc. und ob anderseits ein Riese, der zehnmal größer dimensioniert ist als ein normaler Mensch, auch alles Meßbare in zehnmal größerem Maße zugemessen erhalten hat.

Anundfürsich wäre die Beantwortung dieser Fragen nichts als ein interessantes Spiel des Geistes, wenn hinter der Frage nicht ein tieferes Problem läge. Es ist nämlich eine Thatsache, daß die typisch großen Tiere, die Wirbeltiere, die typisch kleinen Tiere, die Gliederfüßler, und die typisch kleinsten Tiere, die mikroskopischen Tiere in ihrem Baue — man könnte sagen in der Technik ihres Baues — fundamentale Unterschiede zeigen, und es läßt sich die Frage aufwerfen, ob diese Unterschiede nicht teilweise in den geometrischen Größenverhältnissen ihre Ursache haben können.

Dieses Problem soll im folgenden behandelt werden, und es wird sich zeigen, daß, soweit die bekannten Sätze der Mechanik uns zu urteilen erlauben, für kleine Tiere im allgemeinen die Arthropoden-, speziell die Insektenform, für große Tiere im allgemeinen die Säugerform die vollkommenste ist.

Wenn wir das Problem tiefer fassen und eine ganze Mechanik des Tierreiches durchnehmen wollten, die auch Elastizität, Oberflächenspann-

---

[1] Anmerkung der Redaktion. Um von vornherein jede Möglichkeit der Vermutung auszuschließen, als ob die vorliegende Arbeit in Anlehnung an oder angeregt durch den unter gleichem Titel erschienenen Vortrag von Prof. Delboeuf in Lüttich („Nains et Géants. Étude comparative de la force des petits et des grands animaux.“ Bruxelles 1883), über welchen im Kosmos Bd. XIII, 1883, S. 58 eingehend referiert wurde, entstanden sein könnte, bemerke ich, daß mir unzweideutige Beweise für die Präexistenz der ersteren vorgelegen haben. Dieselbe war mindestens ein Jahr vor der Veröffentlichung jenes Vortrages vollkommen fertig ausgearbeitet. Übrigens lehrt schon der erste Blick in die nachstehenden Betrachtungen, daß dieselben von ganz anderem Standpunkt ausgehen und weitere Ziele verfolgen als diejenigen Delboeuf's. B. Vetter.

ung etc. umfaßte, würden wir ungleich detailliertere Antworten erhalten. Da aber an dieser Stelle der Raum zu so umfassenden Rechnungen mangelt, sei hier nur die Tragweite der geometrischen Ausdehnungen in ihren typischsten Formen besprochen.

Die geometrischen Sätze, die hierbei in Anwendung kommen sollen, sind lediglich folgende: Wenn ein Körper seine Größe ändert, ohne auch seine Gestalt zu variieren, dann ändern sich alle Linien (mag es sich hierbei um Höhe, Umfang, Durchmesser oder dgl. handeln) nach der ersten Potenz, alle Flächen (mag es sich hierbei um Oberfläche, Querschnitt oder Wandung etc. handeln) nach der zweiten Potenz, und alle Volumina (mag es sich hierbei um das Volumen des Ganzen, eines Organes oder einer Höhle etc. handeln) nach der dritten Potenz. Wird daher die Höhe zehnmal kleiner, dann werden alle Linien zehnmal, alle Flächen hundertmal, alle Volumina tausendmal kleiner.

Um kürzere Ausdrücke zu gewinnen, möge ein normales Tier als Mesotier, ein zehnmal niedereres Mikrotier, ein hundertmal niedereres Mikroterotier, ein tausendmal niedereres Mikrotatotier, oder kurz Me, Mi, Mi^2, Mi^3 genannt resp. bezeichnet werden. Die entsprechenden Vergrößerungen seien Makro-, Makrotero-, Makrotatotier, resp. Ma, Ma^2, Ma^3.

Es sollen der Reihe nach die Leistungen von Skelett, Muskel, Nerven, Blutlauf und endlich verschiedenen anderen Faktoren verschieden großer Tiere verglichen werden.

Die genaueren, nicht eben stets einfachen mathematischen Deduktionen sind durch möglichst einfache, den Typus der Erscheinung charakterisierende Ableitungen ersetzt. Möge die Präzision dadurch nicht zu sehr geschädigt sein.

Skelett.

Was wollen wir damit ausdrücken, wenn wir sagen: Der Maikäfer hat ein hartes Hautskelett? Offenbar nicht, daß eine absolut große Kraft erforderlich sei, dasselbe zu zerbrechen; denn sonst wäre ja die Haut eines Elefanten hundertmal härter als der Panzer des Maikäfers, weil zu ihrer Deformation hundertmal mehr Kraft erforderlich ist als zur Deformation des Maikäferskelettes. Wir nennen vielmehr das letztere darum fest oder hart, weil die Kraft, die ein einziges Skelett zertrümmert, dem Gewichte von einer sehr großen Zahl ähnlicher Skelette gleichkommt.

Was soeben von der Festigkeit einer Schale entwickelt worden, läßt sich auch von der Festigkeit eines Stachels sagen. Den Stachel irgend eines Insektes nennen wir fest, wenn die Kraft, die ihn zu biegen oder abzubrechen vermag, so groß ist wie das Gewicht von sehr vielen ähnlichen Stacheln.

Im allgemeinen können wir sagen: Ein Körper ist (relativ) fest, wenn das Gewicht von sehr vielen seinesgleichen erforderlich ist, um ihn zu deformieren.

Es soll nun untersucht werden, ob die (relative) Festigkeit eines Körpers von seiner Größe abhängig ist. Zu dem Zwecke betrachten wir den einfachen Fall, wenn ein horizontales Brett an einem Ende befestigt, am

anderen Ende belastet ist. Die Physik lehrt: Die Tragkraft ist proportional 1) dem Quadrate der Dicke, 2) direkt der Breite, 3) umgekehrt der Länge.

Wenn daher ein zweites Brett, ein Mikro-Brett, zehnmal dünner, schmäler und kürzer ist, dann trägt es der Dünne wegen hundertmal weniger, der Schmalheit wegen zehnmal weniger, der Kürze wegen aber wieder zehnmal mehr. Es trägt also in summa hundertmal weniger. Das Volumen und somit auch das Gewicht ist aber nicht ebenfalls hundertmal, sondern tausendmal kleiner als das des ersten Brettes; und daraus folgt: wenn das Mesobrett im Gewicht von 1 kg 30 kg, d. h. sein 30-faches Gewicht trägt, dann trägt das Mikrobrett im Gewichte von 1 gr nur 30 dg; das ist aber nicht mehr sein 30faches, sondern bereits sein 300faches Gewicht; es ist also relativ zehnmal fester als das große Brett. Man kann also sagen: ein Brett von n-mal kleineren Dimensionen ist relativ n-mal fester. Das Resultat bleibt das gleiche, auch wenn das Brett ebenso schmal ist als dick und somit einem Stabe oder Stachel oder Knochen gleicht, oder wenn es sehr breit ist wie eine Schale, oder wenn es nicht an einem, sondern an beiden Enden gestützt und in der Mitte belastet ist etc. Daraus folgt aber ein wichtiger Satz:

Bei einem zehnmal kleiner dimensionierten Tiere Mi sind, gleiches Material vorausgesetzt, die Skelettteile, d. h. also die Knochen, Stacheln, Borsten, Haare, Flügel, Federn, Schuppen, Fühler, Platten, Schienen, Zähne, Panzer, Hörner, Krallen, Decken, Dornen, Schnäbel, Dickhäute etc. relativ zehnmal fester als bei einem Me, d. h. zu ihrer Deformation ist ihr zehnmal mehrfaches Eigengewicht erforderlich. Wenn daher der Zahn eines Me-Hundes eben stark genug ist, um das Gewicht des ganzen Hundes, der sich daran gehängt hat, zu tragen, ohne auszubrechen, so kann der Zahn eines Mi-Hundes 10 Mi-Hunde tragen, und er hält noch stand. Wenn aber die größte Leistung, die von einem Zahne gefordert wird, darin besteht, daß er das Gewicht des ganzen Tieres ertrage, dann kann der Zahn des Mi-Hundes einen ca. fünfmal kleineren Querschnitt[1] bekommen, also aus der Kegelform in die Dornenform übergehen, und er wird seinen Zweck noch erfüllen. Dasselbe gilt von den Hörnern, Krallen, Flügeln etc. Je kleiner also ein Tier ist, um so dünner kann sein Skelett sein, und es leistet im Verhältnis zum Gewichte des Tieres dennoch denselben Widerstand. Da aber die Kraft, die ein Tier zu entwickeln vermag, offenbar seiner Masse, also auch seinem Gewichte entsprechend größer oder kleiner wird, so können wir auch sagen: Je kleiner ein Tier ist, ein um so zarter konstruiertes Skelett wird seiner Inanspruchnahme genügen; ein um so kleinerer Teil seiner Substanz braucht also nur zur Skelettbildung verwendet zu werden, um so mehr Substanz wird somit zu anderweitigen Zwecken erübrigt, um so schwächere, weichere Substanzen genügen zur Skelettbildung, um so weniger Differenzierungen werden zu diesem Zwecke erforderlich sein. Da ferner die Waffen und Instrumente der Tiere (wie der Menschen) die Form von Stäben, Hörnern, Stacheln, Lamellen etc. von verschiedenster Gestalt haben und diese bei Mikrotieren zehnmal

[1] $(\sqrt{Q})^3 = 10$, $Q =$ nahezu 4.5.

länger oder ca. fünfmal dünner (im Querschnitt) und somit auch die Spitzen und Schneiden ungleich spitzer und schärfer sein können als bei Mesotieren, so folgt daraus, daß geometrischen Verhältnissen zufolge Mikrotiere mit ungleich vollkommeneren und mannigfaltigeren Waffen versehen sein können als die Mesotiere. Die große relative Festigkeit des Materiales macht eben Konstruktionen möglich, die bei Me-Tieren den Dienst versagen würden.

Muskel.

Das meiste Interesse knüpft sich im allgemeinen an die Frage, wie die Muskeln eines Mikromenschen funktionieren, und dieser Gegenstand soll deshalb besonders vielseitig behandelt werden.

Die Diskussion läßt sich vielleicht mit dem meisten Erfolge mit dem Begriffe der mechanischen Arbeit eröffnen. Es ist bekannt, daß man in der Mechanik unter Arbeit ursprünglich das Produkt der Kraft (die auf einen Punkt wirkt) und des Weges (den dieser Punkt in der Richtung der Kraft zurücklegt) versteht. Wenn also ein Muskel, dessen oberes Ende befestigt und an dessen unteres Ende eine Last von 10 kg gehängt ist, diese Last 10 cm hoch hebt, und ein anderer Muskel hebt 100 kg einen Zentimeter hoch, dann haben beide Muskeln dieselbe Arbeit geleistet, die man mit 100 kgcm bezeichnen kann. Dies sei als bekannt vorausgesetzt.

Es ist ferner bekannt, daß ein Muskel unter dem Einflusse der Nerven erstens der Schauplatz einer Stoffzersetzung wird, zweitens sich erwärmt, drittens sich kontrahiert. Es scheint manchenortes die Meinung zu bestehen, als wäre die Erwärmung eine Folge der Kontraktion oder der Arbeit, die der Muskel während der Kontraktion leistet, dergestalt, daß der Muskel um so mehr Wärme entwickelt, je mehr Arbeit er leistet. Diese Auffassung beruht wahrscheinlich auf einer Verwirrung der Begriffe, indem man fälschlicherweise das Heißwerden schnell laufender Maschinen als Analogon ansieht. Die Wärmeentwickelung und die Kontraktion sind nicht eines die Ursache des anderen, sondern beide sind Folgen einer gemeinschaftlichen Ursache: des chemischen Prozesses; erstere begleitet jeden chemischen Prozeß, letztere ist eine spezifische Eigentümlichkeit der Muskeln. Nach der Auffassung der modernen Mechanik wird bei jedem chemischen Prozesse »Arbeit geleistet«, »potentielle Energie« in »aktuelle Energie« umgewandelt. Der größte Teil der aktuellen Energie erscheint wohl jederzeit als Wärme; unter besonderen Umständen offenbart sie sich aber auch in anderer Form. Wenn ein Nerv erregt ist, so findet auch in ihm ein chemischer Prozeß statt; aber nicht alle aktuell gewordene Energie erscheint als Wärme: ein Teil der Energie findet sich im elektrischen Strome, der im Nerv entstanden ist, und wir dürfen wohl sagen: in Form des Nervenstromes erscheint ein gesetzmäßig fest bestimmter Teil der aktuellen Energie, derart, daß die Intensität des Nervenstromes zur Berechnung der durch den chemischen Prozeß aktuell gewordenen Gesamtenergie dienen könnte. Ähnlich verhält es sich beim Muskel. Durch die Zersetzungen, die der motorische Reiz veranlaßt hat, wird viel Energie aktuell; sie erscheint im allgemeinen als produzierte Wärme. Wenn aber der Muskel sich nicht frei kontrahieren kann, sondern nur

indem er unter großer Spannung eine Last mit sich zieht, dann wird ein Teil der Energie nicht als Wärme, sondern als Heben der Last erscheinen. Je größer also die Last ist, die der Muskel bei seiner Kontraktion hebt, um so weniger Wärme wird erzeugt, und nicht, wie man meinen könnte, um so mehr; die mechanische Arbeit wird auf kosten der Wärmeproduktion geleistet. Woher kommt es aber, daß thatsächlich unsere Muskulatur sich um so mehr erwärmt, je mehr, je schwerere mechanische Arbeit wir leisten? Einfach daher, daß der Nervenreiz, und somit die Menge der chemischen Zersetzung, und somit die Energie der Kontraktion (Spannung der einzelnen Fasern) und parallel damit die Menge der entwickelten Wärme den jeweiligen Bedürfnissen angepaßt wird, d. h. die Muskelerregung ist stärker oder schwächer, je nachdem die zur Arbeit erforderliche Kraft oder Muskelspannung größer oder kleiner ist. Wir dürfen in unserer Entwickelung sagen, daß *Schwere der Arbeit* (oder Muskelspannung), *Wärmeproduktion* und *Menge der zersetzten Muskelsubstanz* (und aus letzterer resultierender Hunger) gewissermaßen einander proportionale Größen sind. Aus dieser allgemeinen Betrachtung folgt der allgemeine Satz: *Wenn gleiche Massen qualitativ gleicher Muskeln bei gleicher Faserspannung sich einmal vollständig kontrahieren, so haben sie dieselbe mechanische Arbeit geleistet*, wie verschieden die beiden Muskelmassen auch der Form (Länge, Querschnitt, Verteilung) nach sein mögen. Eine Nutzanwendung wird diesen Satz sofort klar machen.

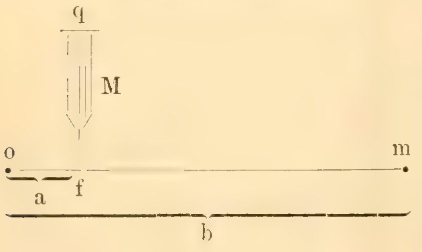
Denken wir uns einen Mesomenschen und tausend Mikromenschen, die zusammen offenbar ebensoviel wiegen wie der Me-Mensch. Alle 1001 Menschen versuchen denselben Sprung bei derselben Anstrengung, d. h. bei derselben Spannung der einzelnen Muskelfasern. Es läßt sich aus obigem Satze sofort ableiten, daß die Mi genau so hoch springen wie der Me. Die Sprungmuskulatur der 1000 Mi zusammengenommen wiegt nämlich offenbar genau soviel wie die Muskeln des Me, die beim Sprunge verwendet werden; bei den Mi sowohl als bei dem Me erfolgt der Sprung infolge einer einmaligen Kontraktion der Sprungmuskeln. Nachdem also in beiden Fällen (wenn Σ Mi und wenn Me springt) gleiche Muskelmassen bei gleicher Faserspannung eine volle Kontraktion ausführen, so muß in beiden Fällen nach dem obigen Satze auch dieselbe mechanische Arbeit geleistet werden. Die Arbeit, die bei einem Sprunge geleistet wird, besteht aber darin, daß das Gewicht des Körpers auf eine gewisse Höhe, die Sprunghöhe, gehoben wird. Nun ist Σ Mi genau so schwer wie Me. Wenn also durch das Heben der Σ Mi dieselbe Arbeit geleistet werden soll wie durch das Heben von Me, dann ist das nur so möglich, daß Σ Mi und Me gleich hoch gehoben werden. Das heißt aber nichts anderes, als daß die Mi gerade so hoch springen wie Me, oder mit anderen Worten: *Die Sprunghöhe gleichgeformter Tiere ist bei gleicher Anstrengung* (Muskelfaserspannung) *von der Größe des Tieres unabhängig.* Der Oger oder Polyphem könnten somit nicht höher springen als Odysseus, und der kleine Däumling könnte es ruhig mit jedem Riesen im Wettspringen aufnehmen. Wollte man einen Menschen bilden, der höher springen kann als wir, so müßte man seine

Sprungmuskulatur vergrößern. Daraus ist wohl folgender Satz leicht ersichtlich: *Wie hoch ein Tier springen kann, hängt nicht von seiner Größe, sondern nur davon ab, den wievielten Teil seiner Körpermasse die Sprungmuskulatur ausmacht.* Wenn daher die Grille höher springt als manches Insekt, das größer ist als sie, und höher als manches, das kleiner ist, dann liegt ihr Vorzug lediglich darin, daß bei der Grille, wenn sie springt, die ausgenutzte Muskelpartie einen größeren Teil ihres Gesamtgewichtes ausmacht, als es bei jenen übrigen Tieren der Fall ist.

Kann ein Mikromensch in einer Stunde mehr Sprünge ausführen als ein Mesomensch? Er kann ebensoviel, aber nicht mehr Sprünge ausführen. Die Sprungmuskulatur in Σ Mi ist wie gesagt eine ebensogroße Masse wie die des Me. Wenn sie also ebensosehr angestrengt wird, d. h. die gleiche Stoffzersetzung in ihr vorgeht, wird sie auch die gleiche Zeit brauchen, um sich zu erholen, wie die in Me.

Der obige Satz von der Muskelarbeit erlaubt auch zu beurteilen, welche Lasten ein Mikromensch zu heben vermag. Abermals betrachten wir Me und Σ Mi. Beide Teile heben mit voller Anstrengung Lasten. Der Arm wird z. B. gesenkt, die Last erfaßt und durch möglichst vollständiges Einziehen des Armes gehoben. Mag die Last auch in anderer Form gehoben werden, wenn nur Me und die Mi die gleichen Bewegungen machen, jedenfalls hebt Me die Last zehnmal höher als die Mi, weil er selbst zehnmal höher ist. Wenn aber trotzdem Σ Mi dieselbe mechanische Arbeit geleistet haben sollen, dann ist dies nur so möglich, dass Σ Mi eine zehnmal größere Last gehoben haben. Wenn also ein Mesomensch eben einen toten Mesomenschen aufheben kann und zwar auf die Höhe von 1 m, dann werden die 1000 Mi durch dieselben Bewegungen bei derselben Anstrengung zehn tote Me aufheben können und zwar auf die Höhe von 1 dm. Das heißt mit anderen Worten: Wenn Me sein einfaches Eigengewicht aufheben kann, dann kann ein Mi sein zehnfaches Eigengewicht aufheben, wenn auch nur auf zehnmal geringere Höhe. — Wie bei der Theorie des Springens läßt sich auch hier leicht nachweisen, daß Mi sein 10faches Eigengewicht täglich ebenso oft aufzuheben vermag wie Me sein einfaches.

Den merkwürdigen Satz von der Muskelarbeit, der uns erlaubt, aus den Anfangsbedingungen sofort ein Endresultat zu ziehen, uns aber dabei die Zwischenglieder, das Wie, vorenthält, wollen wir vorderhand verlassen und auf einige Formeln übergehen, die auf die Einzelheiten der Muskelthätigkeit sehr helles Licht werfen.



Es stelle om einen Unterarm vor. o ist das Ellenbogengelenk, in m ist eine Last m. M ist ein Muskel mit dem Querschnitte q, dessen Sehne bei f an om haftet. of ist somit der Kraftarm und heiße a, om ist der Lastarm und heiße b. Die Kraft, mit der M die Sehne

spannt, heiße P. P zerfällt in eine in o und eine in m angreifende Komponente; letztere heiße p. Die Muskelspannung, die auf jeden einzelnen mm^2 des Querschnittes fällt, heiße z. Wenn ferner v die Geschwindigkeit ist, mit der sich m (infolge der Muskelthätigkeit) nach oben bewegt; wenn s der Weg ist, den m in einer gewissen Zeit infolge der Muskelthätigkeit zurückgelegt hat; wenn endlich t die Dauer dieser Muskelspannung ist: dann ist es leicht, analog den Fallgesetzen folgende Formeln abzuleiten, wobei die rein geometrischen Größen in Klammern gesetzt sind:

$$p = \left(\frac{a}{b} \cdot q\right) z \qquad (1$$

$$v = \left(\frac{a}{b} \cdot q\right) \cdot \frac{z}{m} \cdot t \qquad (2$$

$$s = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{b} \cdot q\right) \cdot \frac{z}{m} \cdot t^2 \qquad (3$$

und durch Elimination des t aus (2 und (3

$$s = \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \cdot \frac{1}{q}\right) \cdot \frac{m}{z} \cdot v^2. \qquad (4$$

Freunde mathematischer Diskussionen werden in wenig Augenblicken direkt aus diesen Formeln herauslesen, was ich im folgenden genauer entwickeln will.

Betrachten wir einen bestimmten Muskel M eines Mesomenschen und den entsprechenden Muskel des Mikromenschen. Der Mi-Muskel ist tausendmal kleiner (hat ein tausendmal kleineres Volumen und Gewicht) und wird daher, wie oben erläutert worden, bei einer vollen Kontraktion eine tausendmal kleinere Arbeit leisten als der Me-Muskel. — Der Mi-Muskel ist zehnmal kürzer, und folglich ist auch die Strecke, um die er sich bei einer vollen Kontraktion zusammenzieht, zehnmal kürzer als bei Me. (Es ist nicht uninteressant, zu sehen, daß der tausendmal kleinere Muskel sich um eine nur zehnmal kürzere Strecke kontrahiert, d. h. er greift im Verhältnis zu seiner Masse hundertmal weiter aus als der Me-Muskel.) Der Mi-Muskel hat einen hundertmal kleineren Querschnitt, enthält also hundertmal weniger Muskelfasern als der Me-Muskel, und da bei gleicher Faserspannung die Zugkraft des Muskels von der Anzahl der Fasern abhängt und ihr proportional ist, so ist der Mi-Muskel absolut hundertmal schwächer als der Me-Muskel. (Im Verhältnis zu seinem tausendmal kleineren Gewichte, d. h. relativ, ist er allerdings zehnmal stärker als der Me-Muskel.) Wenn man also 1000 Mi-Muskeln nimmt, die zusammen dieselbe Masse haben wie ein Me-Muskel, und erstere sowie letzterer heben Lasten bei gleicher Muskelspannung, dann werden Σ Mi-Muskeln zusammengenommen eine zehnmal größere Last, aber auf zehnmal geringere Höhe heben als Me. Diesen Satz haben wir übrigens auch aus dem allgemeinen Satze von der Muskelarbeit abgeleitet.

— Wir können auch sagen: die tausend Mi-Muskelquerschnitte sind zusammengenommen zehnmal größer als der Me-Muskelquerschnitt, und heben somit auch die zehnfache Last.

Kehren wir nun zu unserem Knochenhebel zurück und betrachten die erste Formel. Bei der Formel ist vorausgesetzt, daß eine Last m nicht direkt an der Muskelsehne, sondern am Ende des langen Armhebels sich befindet, und sie sagt, daß bei dem tausendmal kleineren Mi, bei dem der Unterarm om sowohl als die Strecke of zehnmal kleiner, der Querschnitt q des Muskels hundertmal kleiner ist, bei gleicher Muskelspannung z die hebende Kraft der Hand hundertmal kleiner ist als bei Me. Wenn daher ein normaler Mensch mit seiner Hand einen seinesgleichen aufheben könnte, könnte der Mikromensch auf dieselbe Weise zehn seinesgleichen (die zusammen hundertmal leichter sind als ein Me-Mensch) aufheben; er ist also relativ zehnmal stärker als Me. Von den Konsequenzen dieses Satzes später.

Die drei übrigen Formeln sind speziell behufs der Diskussion des Gehens, Fliegens, Fechtens, überhaupt derartiger plötzlicher Bewegungen aufgestellt, bei denen die Trägheit der Gliedmaßen ins Spiel kommt. Wir dürfen zu diesem Zwecke uns die ganze Masse des Armes in der Zeichnung in m als Masse m vereint denken (die hierin liegende Ungenauigkeit hat auf die Resultate, um die es sich hier handelt, keinen Einfluß).

Denken wir uns, ein Mesomensch einerseits und 1000 Mikromenschen anderseits machen die bekannte Turnübung, daß sie die horizontal vorgestreckten Arme in einer horizontalen Ebene pendelartig nach rückwärts und vorwärts schwingen. Die Arbeit, die dabei geleistet wird, besteht darin, daß bei jeder Schwingung den in der Ruhelage befindlichen Armen erst eine gewisse, infolge des dauernden Muskelzuges stetig wachsende Geschwindigkeit verliehen wird, die ihnen unmittelbar darauf durch konträren Muskelzug wieder bis zum völligen Stillstand stetig genommen wird. Die Arbeit der 1000 Mi-Menschen, also der Stoffkonsum in ihren Muskeln, soll genau dieselbe sein wie die des Me-Menschen. Wir haben dann nur eine halbe Schwingung, nämlich die Periode der Beschleunigung, in Betracht zu ziehen; denn die zweite Periode, die der Verzögerung, braucht genau soviel Arbeit (weil überhaupt nach den Lehren der Mechanik eine gewisse Geschwindigkeit zu erteilen oder dieselbe zu nehmen dieselbe Arbeit erfordert). — Wir rechnen also: Die 1000 Mi-Arme haben genau dieselbe Masse wie der Me-Arm. Wenn daher in einer Beschleunigungsperiode beiderseits dieselbe Arbeit geleistet werden soll, dann müssen auch beiderseits (bei Σ Mi und bei Me) die Arme gleiche Geschwindigkeiten erhalten. Wenn wir jetzt die Formel 4 in Anwendung bringen, erhalten wir ein wichtiges Resultat. Sie ist nämlich für den Me-Menschen aufgestellt; wenn wir sie auf die tausend Mi-Menschen umschreiben, lautet sie

$$s' = \frac{1}{2}\left(\frac{0 \cdot 1\,b}{0 \cdot 1\,a} \cdot \frac{1}{1000 \,.\, 0 \cdot 01\,q}\right) \cdot \frac{m}{z} \cdot v^2 = \frac{s}{10}.$$

Jede Mi-Hand braucht daher in der Luft nur einen zehnmal kleineren Bogen zu beschreiben als die Me-Hand, um dennoch dieselbe Geschwindigkeit erlangt zu haben. Einen zehnmal kleineren Bogen beschreibt sie aber, wenn sie sich um denselben Winkel dreht wie die Me-Hand; für die Handarretierung gilt aber dasselbe Gesetz.

Suchen wir die Zeit, welche die Mi-Hände zu einer Beschleunigungsperiode brauchen. Wir erhalten sie aus der zweiten Formel. Wenn wir sie für die Mi-Hände umschreiben, so lautet sie:

$$v = \left(\frac{0\cdot 1\,a}{0\cdot 1\,b} \cdot \frac{1000\,.\,0\cdot 01\,q}{1}\right) \cdot \frac{z}{m} \cdot t',$$

woraus ersichtlich ist, daß $10t' = t$ sind, oder die Mi-Hände brauchen zur Beschleunigungsperiode nur eine zehnmal kürzere Zeit als die Me-Hand; zur Hemmperiode aber ist dieselbe kurze Zeit erforderlich.

Fassen wir noch den Umstand ins Auge, daß die Schwingung des Armes aus einer Ruhelage in eine andere Ruhelage durch Drehung um einen bestimmten Winkel nichts anderes ist als die typische Form jedes Stellungswechsels der Glieder, indem eben bei jedem Stellungswechsel die Glieder durch eine Drehung um einen gewissen Winkel aus einer ersten Ruhelage in eine zweite Ruhelage gebracht werden, dann können wir folgenden wichtigen Satz aussprechen: Wenn ein Mesomensch und ein Mikromensch mit derselben Anstrengung dieselbe Bewegung (Stellungswechsel der Glieder) ausführen, bei der nur Trägheitswiderstände zu überwinden sind, dann braucht der Mikromensch hierzu zehnmal weniger Zeit. (So selbstverständlich dieser Satz auch auf den ersten Blick aussieht, ist er doch das Resultat einer Kette von Ursachen und Wirkungen.) Man kann diesen Satz auch anders aussprechen: Wenn ein Meso- und ein Mikro-Mensch ihren eigenen Körper durch einen Sprung oder dergl. oder aber einen fremden Körper (der aber in beiden Fällen zur Körpergröße in demselben Verhältnis steht) durch einen Wurf oder Stoß oder dergl. fortschleudern wollen, dann werden beide durch dieselbe Körperbewegung mit derselben Anstrengung bei gleicher Arbeit (gleichem Stoffkonsum, gleichem Sauerstoffverbrauch) dem betreffenden Körper dieselbe Geschwindigkeit geben; der Mikromensch wird dies aber in zehnmal kürzerer Zeit thun.

Wir haben nun über die Muskelthätigkeit der Mi-Menschen zwei Sätze. Der erste hat gelautet: Ein Mikromensch hebt relativ zehnmal größere Lasten auf relativ ebenso große Höhe als ein Mesomensch. Der zweite Satz lautet nunmehr: Ein Mikromensch schleudert relativ ebenso schwere Lasten auf relativ zehnmal größere (oder absolut ebenso große) Höhe oder Entfernung u. z. in zehnmal kürzerer Zeit[1].

Wir können uns die Konsequenzen dieser Gesetze ausmalen. Ein Mesomensch und tausend Mikromenschen sollen Steine werfen. Me wirft

---

[1] Die Schleuderbewegung braucht zehnmal kürzere Zeit, nicht der Flug des Körpers.

Steine von der Größe seiner Faust auf eine Entfernung von 50 seiner Schritte und braucht zu einem Wurfe eine Sekunde; er werfe 30 Steine nacheinander, wozu 30 Sekunden erforderlich sind. Jeder Mi nimmt auch einen Stein von der Größe seiner Faust; die 1000 Steine der 1000 Mi haben somit dasselbe Gewicht wie der Stein des Me. Da sie aber bei derselben Anstrengung zehnmal größere Steine aufheben könnten, erscheinen ihnen ihre Steine zehnmal leichter als dem Me sein Stein; sie erscheinen ihnen so leicht wie dem Me Steine von der Größe eines Pfirsichs, wie denn überhaupt den Mi alles unverhältnismäßig leichter vorkommt als dem Me. Die Schwere macht sich ihnen sehr wenig fühlbar und sie müßten zutode erschöpft sein, um den Kopf vorhängen zu lassen, in sich zusammenzusinken, vor Müdigkeit sich niederlegen zu müssen, sich nicht mehr aufrecht erhalten zu können. Wenn die Mi nun die Steine schleudern, dann werfen sie dieselben genau so weit wie Me, d. h. nicht auf 50, sondern auf 500 ihrer Schritte, und brauchen hierzu nur $^1/_{10}$ Sekunde. Wenn die Steine je 2 Sekunden zum Fluge durch die Luft brauchen, dann werden nur 2 Steine des Me, aber 20 Steine jedes Mi gleichzeitig in der Luft fliegen, und während Me erst in 30 Sekunden fertig ist, ist es jeder Mi bereits in 3 Sekunden. Die 1000 Mi dislozieren daher dieselbe Steinmasse um dieselbe Strecke in zehnmal kleinerer Zeit als der ebenso schwere Me.

Typisch gestalten sich die Verhältnisse beim Stricken, bei dem wohl nur die Trägheit der Hände als Bewegungshindernis vorkommt. Ein Mikromädchen wird in zehnmal kürzerer Zeit einen Strumpf von ebensoviel Maschen stricken wie ein Mesomädchen.

Das Wasserschöpfen würde sich folgendermaßen gestalten. Wenn die 1000 Mi an 1000 Pumpen arbeiten, die im Verhältnisse zu ihrer Größe genau so dimensioniert wären wie die Pumpe des Me, dann haben die 1000 Mikrokolben eine zehnmal größere Gesamt-Fläche als der Mesokolben. Die 1000 Mi würden dann zehnmal mehr Wasser, aber auf zehnmal geringere Höhe heben. Wenn somit Me mit 100 Zügen seinen eintägigen Wasserbedarf schöpft, so schöpfen die Mi mit ebensoviel Zügen ihren zehntägigen Bedarf aus relativ ebenso tiefem Brunnen. Die Mi würden aber zu jedem Zuge nicht weniger Zeit brauchen als Me, sondern dieselbe Zeit, weil sie nicht dieselbe Masse, sondern eine weit größere bei jedem Zuge in Bewegung zu setzen haben.

Wie steht es mit dem Müdewerden? Da das Wasserschöpfen der Mi ebensoschnell und unter derselben Anstrengung erfolgt wie das des Me, so werden die Mi auch ebenso langsam müde und ebenso langsam sich erholen. Anders gestaltet es sich beim Steinewerfen. Der Sauerstoffkonsum erfolgt bei Mi in zehnmal kürzerer Zeit. Wenn daher Me so langsam wirft, daß er aus Atemnot durchaus nicht innezuhalten braucht, weil die gleichzeitigen Atemzüge den Luftbedarf decken, dann wird Mi bei derselben geringen Anstrengung fast so schnell ermüden, als Me ermüden müßte, wenn er mit angehaltenem Atem arbeiten sollte. Mi würde dann nach 3—4 Würfen innehalten müssen, und sein Sauerstoffbedarf wäre, dieselbe Atemgeschwindigkeit vorausgesetzt, bei Mi erst in derselben Zeit gedeckt wie bei Me, d. h. Mi müßte warten, bis

auch Me 3—4 Würfe gethan. Mi würde daher bei gleicher Atemgeschwindigkeit abgerissen arbeiten, unruhig, zuckend, ruckweise, aber mit einer großen Anzahl von Würfen doch nicht früher fertig werden als Me.

Das Gehen der Mi läßt sich nicht so ganz einfach beurteilen. In der Thätigkeit des Gehens lassen sich näherungsweise zwei Arbeiten unterscheiden. Die erste Arbeit besteht ungefähr darin, daß der zurückgebliebene Fuß vorgeschleudert und darauf beim Aufsetzen arretiert wird. Diese Arbeit zerfällt aber wieder in zwei Teile; es wird nämlich der Fuß infolge seiner Schwere pendelartig nach vorn schwingen, ohne insofern Muskelthätigkeit in Anspruch zu nehmen. Es wird aber durch Muskelthätigkeit nachgeholfen, und während bei langsamem Gehen die Pendelschwingung dominiert, tritt sie bei raschem Gehen in den Hintergrund und erfolgt das Fußschleudern fast ganz durch Muskelanstrengung. Die zweite Arbeit ist folgende. Jedes Bein ist in seiner größten Elongation, d. h. in den Momenten, da es rückwärts die Erde verläßt und da es vorn die Erde wieder berührt, am längsten, nämlich ziemlich völlig gestreckt, während es in der senkrechten Mittellage, wenn der Körper nicht gehoben werden soll, merklich verkürzt ist, sei es durch Kniebeugung, sei es durch eine Drehung des Beckens. Es läßt sich nun nachweisen, daß bei jeder Streckung des Beines eine Muskelarbeit geleistet wird, die gleich ist der Hebung des Körpergewichtes um die Strecke der Beinverlängerung (welch letztere offenbar ein bestimmter Teil der Beinlänge, z. B. ein Zehntel derselben ist).

Wie all diese Arbeiten bei einem Mikromenschen sich gestalten, ist bald durchgesprochen. Das Bein des Mi braucht zu einer Pendelschwingung allerdings nach den Pendelgesetzen nicht zehnmal, aber dennoch mehr als dreimal weniger Zeit als das des Me. Soweit es also von dieser Bewegung abhängt, macht Mi jeden seiner zehnmal kürzeren Schritte in dreimal kürzerer Zeit, woraus folgen würde, daß er absolut etwa dreimal langsamer geht als Me. — Durch Muskelanstrengung würde Mi seine Beine in zehnmal kürzerer Zeit vorschleudern als Me; soweit es also von diesem Vorwerfen abhängt, macht Mi jeden seiner zehnmal kürzeren Schritte in zehnmal kürzerer Zeit, geht also absolut ebenso schnell wie Me, also eventuell 2 m per Sekunde. Denken wir aber, daß 1000 Mi und ein Me gehen, wobei natürlich 1000 Mikrobeine so schwer sind wie ein Makrobein; dann haben die 1000 Mi dieselbe Beinmasse zehnmal vorzuschleudern, wenn sie absolut ebenso weit gehen wollen wie Me mit einem Schritte. Für dieselbe Strecke ist also die Schleuderarbeit der Mi zehnmal größer als die des Me. Das heißt aber: soweit es vom Beinschleudern abhängt, haben die Mi bei demselben Ermüdungsgrade, d. h. bei derselben Schrittzahl, einen zehnmal kleineren Weg zurückgelegt als Me, denn Mi und Me werden durch einen Schritt gleich ermüdet. Die dritte Arbeit, die durch ein Körperheben gemessen wird, gestaltet sich folgendermaßen. Die 1000 Mi haben zusammengenommen dieselbe Masse bei jedem Schritte zu heben, aber auf zehnmal geringere Höhe. Sie könnten aber bei derselben Muskelspannung, die Me anwendet, das zehnfache Gewicht ebenso hoch heben, wie sie es thatsächlich heben.

Die Anstrengung, die wir beim Gehen spüren, kommt aber in erster Linie von dem Gefühle der Schwere, die wir bei jedem Schritte zu tragen, zu heben haben. Die Mi fühlen sich daher im Gehen zehnmal leichter und verrichten bei einem Schritte eine zehnmal kleinere Arbeit als Me, und das Körperheben ermüdet sie bei einem Schritte zehnmal weniger als Me. Um aber dieselbe Strecke zu gehen wie Me, müssen sie zehnmal mehr Schritte machen, und infolgedessen verrichten die 1000 Mi bei gleichem Wege gleiche Hebearbeit wie Me, ermüden also insofern bei gleichen Strecken in gleichem Grade mit Me.

Das Gehen des Mikromenschen gestaltet sich also etwa folgendermaßen. Mi geht überaus leicht; er hat eher die Empfindung des Hinschwebens als des Sichhintragens. Seine Schritte macht er blitzschnell und ohne sich mehr anzustrengen als wir; dennoch ist er nach 20 Schritten, die ihn in einer Sekunde $1^1/_2$ m weit vorgebracht haben, nahezu so außer Atem, als hätte Me 20 Schritte ohne zu atmen gethan. Mi muß dann lange warten, und sein Gehen ist daher ein ruckweises Dahinschießen mit großen Pausen und er kommt im ganzen langsamer vorwärts als Me, u. z. in erster Linie wegen des aufreibenden Beinschleuderns. Wenn Mi einige Stunden hindurch gleichzeitig mit Me geht, dann wird Mi früher müde werden und nicht so weit gekommen sein wie Me. Es ist auffallend, daß bei Mi die Atemlosigkeit und Ermüdung, Erschöpfung eintritt, ohne daß Mi die Empfindung gehabt hätte, daß er sich anstrengt; es beruht dies darauf, daß die Ermüdung nicht von der Intensität der Muskelspannung, sondern von der großen Zahl der Muskelkontraktionen herkommt. Auch fühlt er im müden Zustande wenig das Bedürfnis, sich zu legen. — Wem fiele hier nicht das ruckweise Vorschießen der Ameisen, der Sandkäfer, das unterbrochene Springen der Frösche und Ähnliches ein? Das häufige Innehalten dieser Tiere hat wahrscheinlich nicht irgend eine psychologische, sondern lediglich eine physiologische Ursache.

Recht vergleichbar wird das Gehen von Mi und Me, wenn Mi neun seinesgleichen auf seinem Rücken trägt, weil dann die Muskelspannung beiderseits gleich ist und die Hebewirkung bei Mi derart dominierend wird, daß die anderen Umstände ignoriert werden können. Dann leisten 1000 Mi bei einem Schritte dieselbe Arbeit wie Me (ermüden auch ebensoviel), weil sie das zehnfache Gewicht auf zehnmal geringere Höhe heben. Dann werden auch Me und die Mi bei einer gleichen Anzahl von Schritten den gleichen Grad von Müdigkeit haben und beide Parteien werden die gleiche Anstrengung fühlen. Dann werden also tausend Mikromenschen bei gleicher Muskelarbeit die zehnfache Last auf zehnmal geringere Entfernung transportieren. (Es wäre verfrüht gewesen, diesen Satz auf Grund des gleichlautenden Satzes vom Lasten heben [im Gegensatze zum Lasten transportieren] auszusprechen.)

Ein Umstand läßt sich anführen, der es wahrscheinlich macht, daß Mi wider alles Erwarten unsicher gehen würde. Es ist nämlich Thatsache, daß namentlich bei Aufgeregtheit und bei energischer Thätigkeit die Muskeln kleine Nervenreize erhalten, die keineswegs beabsichtigt

waren, oder daß die Nervenreize in ihrer Intensität keineswegs unserer Intention entsprechen und zu stark oder zu schwach ausfallen, oder daß ein Nervenreiz geradezu einen unrechten Muskel trifft. Das hat alles mehr oder weniger zweckwidrige Kontraktionen und somit zweckwidrige Bewegungen zur Folge. Diese unfreiwilligen Aktionen müssen, wie es scheint, bei Mi das Gehen wesentlich erschweren, denn wenn dieselbe Muskelkontraktion, die einen Me die eigene Höhe überspringen macht, einen Mi auf die zehnfache Eigenhöhe wirft, so wird bei einem Schritte, bei dem Me sich um die Breite seines Fingers zu hoch gehoben hat, Mi sich bereits zwei Hand hoch geschleudert haben, also gehüpft sein. Es scheint also, daß Mi durch Unsicherheiten in der Muskelspannung unwillkürlich zu hüpfen anfängt.

Ein höchst sonderbares Resultat erhalten wir, wenn wir einen gehenden Mikroteronmenschen mit hundertmal kleineren Dimensionen, von der Größe einer Biene, ins Auge fassen. Wenn Me in einer Sekunde 2 Schritte macht, so wird Mi^2 bei derselben Muskelanstrengung in der Sekunde 200 Schritte machen. Dann aber geben seine Beine einen musikalischen Ton, und zwar circa eine Oktave unter dem Stimmgabel-a. Allerdings würde Mi^2 dieses Gehen nicht einmal 0.1 Sekunde lang aushalten, weil ihn jeder einzelne Schritt ebenso anstrengt wie Me. Mi^2 müßte daher seinen Weg in sehr kurzen Abschnitten zurücklegen. Ein Mi^3 würde einen hohen Sopranton »gehen«, und zwei Freunde beim Händeschütteln mit den Händen zärtlich zirpen.

Ein fernerer Übelstand im Gehen des Mi liegt in der Trägheit seines Körpers. Es sollen 1000 Mi und 1 Me einen Schritt machen wollen. Es ist schon gesagt worden, daß mitten im Schritte, also im Momente der größten progressiven Geschwindigkeit, die Mi und Me absolut dieselbe Geschwindigkeit haben. Diese stammt bei Me aus einer Art Vorfallen infolge der Schwere, und Me hat zur Erlangung der Maximalgeschwindigkeit $^1/_4$ Sekunde (2 Schritte per Sekunde) Zeit. Nun sollen die 1000 Mi, die dieselbe Masse haben, dieselbe Geschwindigkeit in $^1/_{40}$ Sekunde erhalten. Dazu ist kein Vorfallen hinreichend, und die Mi müßten sich durch eine Art Abstoß in Bewegung setzen, das ist aber schon eine Art Sprung; dasselbe wiederholt sich aber beim Stillstehen. Wenn die 1000 Mi in zehnmal kürzerer Zeit stillstehen sollen als der ebenso schwere Me, dann muß ein Stemmen mit den Füßen helfen, oder aber die Mi bleiben nur allmählich im Laufe mehrerer Schritte stehen. Wenn die Mi belastet sind, so wird das Inbewegungsetzen und Stillstehen noch bedeutend erschwert. Die Ursache dieser Unsicherheit durch die Trägheit liegt in der aufrechten Stellung, in der Höhe des Schwerpunktes über den Sohlen. Beim Sichingangsetzen würden die Füße unter dem Körper weg vorlaufen, beim Stillstehen der Körper über die Füße hin vorstürzen, und überdies würden die Füße bei ihren plötzlichen Bewegungen stets ausgleiten, wie ein Mensch auf dem Eise.

Die Eigentümlichkeiten im Gange des Mi lassen sich also etwa folgendermaßen zusammenfassen: Mi wird mit sehr schnellen Schritten, aber aus Atemnot nur ruckweise gehen: er wird sehr leicht ins Hüpfen fallen, und namentlich beim Ingangtreten und Stillstehen sowie bei jeder Richt-

ungs- und Geschwindigkeitsänderung durch stoßen, klammern, spreizen etc. nachhelfen müssen; da aber sein Eigengewicht bei seinen relativ riesigen Muskelkräften fast gar nicht ins Gewicht fällt, wird er auf sehr steilen Bahnen bergan beinahe ebenso leicht gehen wie horizontal, und wenn wir nur das Heben der Körperlast in Rechnung ziehen, besteigt ein Mensch von der Größe einer Ameise den Montblanc mit nicht größerer Anstrengung als ein normaler Mensch.

Es ist klar, daß im Gehen ein Mikromensch gegen einen Mesomenschen in großem Nachteile ist. Die Nachteile verschwinden aber sofort, wenn der Mikromensch Arthropodenbeine, d. h. nicht nach unten, sondern nach den Seiten abstehende, mit Krallen versehene und eventuell lange Beine bekommt. Dadurch, daß die Beine horizontal abstehen, fällt der Schwerpunkt zwischen die Fußbasen. Beim Rucke des Sichingangsetzens könnten die Beine dann nicht unter dem Körper voreilen (wie es jedem Anfänger im Schlittschuhlaufen geschieht), sondern müßten den Körper in horizontaler Richtung mitreißen; beim Rucke des Stillstehens könnte der Körper nicht überkippen, weil er zu tief liegt. Die Krallen würden im Boden haften und die Füße bei ihren zuckenden Bewegungen vor dem Gleiten bewahren. Auch das Klettern, zu dem die Mikrotiere prädestiniert sind, ist offenbar nur bei seitlich abstehenden und bekrallten Füßen gut denkbar. Einen großen Nachteil hätten allerdings Mesotiere von horizontalen Beinen: während die senkrechten Beine als Stützen passiv den Körper tragen, müssen horizontale Beine durch bedeutende Muskelspannung den Körper vor dem Niedersinken schützen. Bei den Mikrotieren fällt dieser Übelstand aber wegen ihrer enormen Tragfähigkeit weg.

Eine andere Einrichtung leistet ebenfalls vorzügliche Dienste; sie ist aber eine etwas unnatürliche. Die Füße könnten nämlich, wie bei den Mäusen, ganz zusammengeknickt sein. Auch dann kommt der Schwerpunkt nahezu zwischen die Fußbasen. Überdies legt sich dann das Tier in der Ruhe sofort auf den Bauch und das anstrengende Tragen des Körpers fällt weg.

S p r i n g e n. Es läßt sich leicht nachweisen, daß ein bestimmtes Tier, z. B. ein Mensch, theoretisch stets gleich hoch springen muß, mag er die Größe eines Elefanten oder die Kleinheit einer Ameise haben. Wenn also ein normaler Mensch im Maximum 2 m hoch springt, so könnte einerseits selbst ein Gigant nicht höher springen und anderseits würde es Däumling stets im Wettspringen mit ihm aufnehmen können. Die Arbeit, die eine gewisse Muskulatur bei einer Kontraktion verrichtet, ist nämlich ihrer Masse proportional, d. h. also, daß bei einem Sprunge Mi tausendmal weniger Arbeit leistet als Me. Die Arbeit aber, die bei einem Sprunge geleistet wird, besteht darin, daß das Körpergewicht auf eine bestimmte Höhe geworfen wird, welche Höhe der mechanische »Weg« ist. Mi wiegt aber tausendmal weniger als Me. Wenn daher die Sprungarbeit tausendmal kleiner sein soll als bei Me, so muß die Sprunghöhe dieselbe sein (sonst ist das Produkt von »Weg« und Last nicht tausendmal kleiner als bei Me). W i e h o c h e i n T i e r a b s o l u t s p r i n g t, h ä n g t d a v o n a b, d e n w i e v i e l t e n T e i l d e s K ö r p e r g e w i c h t e s

die Sprungmuskulatur ausmacht, nicht aber davon, wie schwer oder wie groß das Tier ist.

Fliegen. Wie groß ist die Arbeit, die ein Tier während des Fliegens zu leisten hat? Diese Frage wird auffallend oft falsch beantwortet. Die Arbeit zerfällt in zwei Teile: erstens die Arbeit, die das Tier schwebend erhält; zweitens die Arbeit, die das Tier vorwärts bewegt oder hebt. Auf was es bei einer allgemeinen Beurteilung des Fliegens ankommt, ist lediglich die erstere Arbeit; die letztere hat dann den Charakter einer Korrektur. Untersuchen wir die erstere. Zu dem Zwecke denken wir uns einen Adler mit ausgebreiteten Flügeln regungslos in der Luft; er wird dann ziemlich rasch sinken, sagen wir 2 m per Sekunde. Denken wir uns darauf einen langen, gewichtlosen Faden, der von einem ebenfalls gewichtlosen Adlerflügelpaare herabhängt, welche Flügel denen des obigen Adlers vollkommen gleichen; am unteren Ende des Fadens hält sich der wirkliche Adler fest. Der Adler samt dem gewichtlosen Apparate wird dann ebenfalls 2 m per Sekunde fallen. Wenn der Adler aber stets in derselben Höhe sich erhalten will, dann muß er am Faden in jeder Sekunde 2 m in die Höhe klettern, weil dann das Sinken und Steigen einander aufhebt. Die Arbeit, die der fliegende Adler dabei zu leisten hat, besteht also darin, daß er eine Last gleich seinem Eigengewichte auf die Höhe hebt, die er in derselben Zeit mit ausgebreiteten Flügeln durchfallen würde. Eine eingehendere mathematische Untersuchung lehrt, daß in der Praxis zu dieser Arbeit noch mancherlei Korrekturen kommen, wie die Arbeit, die erforderlich ist, den Flügeln bei jedem Flügelschlage zweimal ihre Geschwindigkeit zu nehmen und die entgegengesetzte Geschwindigkeit zu geben, und mehrere andere; aber immerhin bleibt die obige Arbeit das Maß der Flugarbeit.

Untersuchen wir nun die Fallgeschwindigkeit bei einem Me-Adler und einem Mi-Adler. Der Me-Adler, bei einem Gewichte von 10 kg und einer Flügelfläche von 50 dm^2, drückt mit jedem dm^2 Flügelfläche auf die darunter befindliche Luft mit 20 dg. — Der Mi-Adler mit 10 g Eigengewicht und 50 cm^2 Flügelfläche drückt mit jedem cm^2 Flügelfläche auf die Luftunterlage mit 0.2 g, das gibt per dm^2 2 dg, d. h. einen zehnmal kleineren Druck als bei Me. Die Folge davon ist, daß die Luft auch viel langsamer ausweichen wird, und Mi wird mit ausgebreiteten Flügeln viel langsamer fallen als Me (bekanntlich ist beim Staube der Druck per Flächeneinheit der Grundfläche so gering, daß er so langsam sinkt, daß er stundenlang schwebend bleibt). Es ist aber bereits bei der Theorie des Springens erwähnt worden, daß ein kleines Tier bei derselben Anstrengung (Muskelthätigkeit) sein Eigengewicht in derselben Zeit auf genau dieselbe Höhe hebt wie ein großes. Da aber beim Fliegen Mi sein Eigengewicht nach obigen Flugtheorien nur auf viel kleinere Höhe zu heben hat, so braucht auch bei Mi nur ein viel kleinerer Teil der Muskulatur zum Fliegen verwendet zu werden als bei Me. Umgekehrt würde ein Ma-Adler wohl seine gesamte Muskulatur zum Fliegen verwenden können müssen, da er einen zehnmal größeren spezifischen Flügelflächendruck hätte als Me und somit per Sekunde sehr tief fallen

müßte. Kleine Tiere fliegen daher mit viel weniger Anstrengung, können relativ viel größere Lasten tragen, können mit viel unvollkommeneren Flügeln fliegen, brauchen viel schwächere Flugmuskulatur als große Tiere; sie sind die spezifischen Flugtiere.

Der Bau der Flügel verdient besondere Beachtung. Einen Flügel kann man mit einem eingangs erwähnten einseitig befestigten tragenden Brette vergleichen. Die Kräfte, die auf die Flügel wirken, wirken derart, daß sie die Flügnl an der Wurzel abzubrechen trachten, und der Größe nach sind sie ein bestimmtes Vielfaches des Eigengewichtes des beflügelten Tieres. Nun ist aber oben gezeigt worden, daß ein zehnmal kleiner dimensioniertes Brett zehnmal öfter sein Eigengewicht tragen kann; daraus folgt für die Flügel, daß dieselben bei Mi ungleich dünner, ungleich zarter gebaut sein können als bei Me, ohne deshalb ihren Zweck unvollkommener zu erfüllen. Die häutige Natur der Insektenflügel involviert daher dem Federflügel der Vögel gegenüber keineswegs eine Unvollkommenheit. Eine Biene mit Vogelflügeln trüge überflüssigen Ballast.

Nerven.

Wenn Mi in allen Teilen eine Verkleinerung von Me ist, dann hat Mi auch ebensoviel Nervenfasern wie Me, doch haben dieselben einzeln einen hundertmal kleineren Querschnitt und zehnmal kleinere Länge. Wir dürfen indes voraussetzen, daß bei kleinen Tieren die Nervenfasern genau so dick sind wie bei großen Tieren. Es würde dies darauf hinauslaufen, daß wir je 100 von den Mikrofasern des Mi zu einer einzigen Faser verschmolzen denken, die ebenso dick ist, wie eine Nervenfaser des Me. Mi hat dann hundertmal weniger Nervenfasern als Me.

Ehe wir weiter gehen, soll ein besonderer Begriff definiert werden. Unter »Innervation« sei die Anzahl von Nervenfasern gemeint, die in die Volumeneinheit, z. B. den cm^3 eines Körperteiles münden. Es läßt sich nun leicht zeigen, daß die Innervation bei Mi zehnmal stärker ist als bei Me. Zunächst läßt sich zeigen, daß alle 1000 Mi zusammengenommen zehnmal mehr Nerven haben als Me. ΣMi enthält nämlich ebensoviel Nervensubstanz wie Me. Nachdem aber bei Mi die Nerven zehnmal kürzer sind als bei Me, so müssen zehnmal mehr Nerven vorhanden sein als bei Me. Dasselbe läßt sich auch auf anderem Wege zeigen. Die Nervenstränge, die sich in Gehirn und Rückgrat vereinen, haben bei jedem Mi hundertmal kleineren Querschnitt als bei Me, bei ΣMi ist also der Gesamtquerschnitt der Nervenstränge zehnmal größer als bei Me. Daraus ist aber evident, daß die Stränge in ΣMi zusammen zehnmal mehr Fasern enthalten als bei Me. — Nachdem sich somit bei ΣMi zehnmal mehr Fasern auf eine ebenso große Masse verteilen wie bei Me (denn ΣMi wiegt ebensoviel wie Me), so folgt daraus, daß auf die Volumeneinheit bei Mi zehnmal mehr Nerven entfallen als bei Me, d. h. daß die Innervation bei Mi zehnmal größer ist als bei Me. J e d e r M u s k e l, j e d e s O r g a n d e s M i i s t d a h e r z e h n m a l d i c h t e r m i t N e r v e n v e r s e h e n a l s d a s e n t s p r e c h e n d e O r g a n d e s M e, und dabei haben die Nerven dieselbe Dicke wie bei Me. Die zwei Umstände, daß die Nerven

des Mi zehnmal kürzer und die Innervation zehnmal stärker ist, haben voraussichtlich wichtige Folgen.

Weil die Nerven des Mi zehnmal kürzer sind, so wird jeder periphere Nervenreiz dem Mi zehnmal schneller ins Gehirn zugeleitet und bewußt als dem Me. Ebenso wird jeder motorische Reiz den Muskeln zehnmal schneller übermittelt. Die Reflexbewegungen erfolgen demgemäß zehnmal schneller als bei Me. Wir dürfen Reflexbewegungen statt nur Refleximpulse sagen, denn es ist oben nachgewiesen worden, daß die Bewegungsorgane des Mi zehnmal weniger Zeit brauchen als bei Me, um dieselbe Bewegung auszuführen wie die Glieder des Me. Durch diese Umstände wird es erklärlich, daß die Wasserspitzmaus, nachdem sie den Pulverblitz oder Rauch gesehen, untertauchen kann, ehe die Schrotkörner sie zu erreichen Zeit haben. Die außerordentlich schnelle Reaktion des Körpers, sobald die Sinne eine Gefahr wahrgenommen haben, mag ein wichtiges Rettungsmittel kleiner Tiere sein.

Die Konsequenzen der starken Innervation bei Mi sind nicht ganz leicht vorauszusagen. Wenn der motorische Reiz, den ein Nerv auf eine Muskelfaser ausübt, der Molekulararbeit proportional wäre, die während des Reizes in seiner Substanz geleistet wird, wenn also der motorische Reiz dem Volumen des Nervs und somit bei konstantem Querschnitt der Länge proportional wäre, dann brächte die stärkere Innervation keinen Vorteil, da sie durch die geringere Länge der Fasern aufgewogen würde. Wenn aber der Einfluß der Länge des motorischen Nerven zurücktritt, dann erhält bei Mi jede Muskelfaser bei jeder Bewegung einen zehnmal stärkeren Reiz als bei Me und dem entsprechend würde die Kontraktion auch bedeutend energischer vor sich gehen.

Wichtiger sind die Wahrnehmungen, die sich an die Gesichtsnerven knüpfen. Mi hat theoretisch tausendmal weniger Nervensubstanz als Me. Die Thatsachen zeigen aber, daß die wirklichen kleinen Tiere keineswegs stärkere Innervation zeigen als große Tiere, ja daß man im allgemeinen das Gegenteil, d. i. eine schwächere Innervation vorfindet. Wir nähern uns daher nur den wirklichen Verhältnissen, wenn wir voraussetzen, daß Mi dieselbe Innervation hat wie Me, d. h. auch tausendmal weniger Nervenfasern im Körper verteilt enthält als Me. Nun ist aber die Netzhaut eine Fläche und enthält somit bei Mi nicht tausendmal, sondern hundertmal weniger Nervenenden als bei Me. Bei Mi machen die Sehnerven daher einen zehnmal größeren Teil des Nervensystems aus als bei Me. Diese Betrachtung kann man aber verallgemeinern. Auch das Hören erfolgt durch Vermittelung einer mit Nervenenden bedeckten Fläche, und so verhält es sich auch mit dem Riechen, Schmecken und Tasten, und ein Mi hat daher nur hundertmal weniger Sinnesnerven als ein Me. Ganz anders verhält es sich aber mit den Nerven, denen das Gemeingefühl entspringt. Deren Zahl scheint dem Volumen des Körpers proportional zu sein und ist somit bei Mi tausendmal kleiner als bei Me. ΣMi enthalten also nach dieser Auffassung ebenso viele Nerven, die ihnen über ihre inneren Zustände Kenntnis geben, während sie zusammengenommen zehnmal mehr Sinnesnerven besitzen, die ihnen von der Außenwelt Kunde geben.

Diese Resultate führen zu sehr weitgehenden Konsequenzen.

Blutkreislauf.

Herz. Wie groß ist der Blutdruck in einem Mi? Es läßt sich zeigen, daß er genau so groß ist wie bei Me, also von der Größe des Menschen unabhängig ist. Die tausend Herzen der Mi fassen dasselbe Volumen Blut und bestehen aus derselben Menge Fleisch wie das Herz des Me. Wenn sich die Muskelfasern des Herzens sowohl bei Σ Mi als auch bei Me mit einer für alle gleichen Intensität um einen gleichen Teil ihrer Länge zusammenziehen, dann haben erstens die Herzen von Σ Mi genau dieselbe Arbeit geleistet; zweitens haben sich hierbei die Mi-Herzen um denselben Teil, z. B. auch um ein Viertel zusammengezogen, wenn sich Me um ein Viertel des Volumens zusammengezogen hat. Das hat zur Folge, daß Σ Mi bei vorliegender Kontraktion in summa genau so viel Blut auspreßt wie Me. Wenn aber durch dieselbe Arbeit das gleiche Volumen Blut ausgepreßt wird, dann ist dies nur möglich, wenn der Blutdruck per cm^2 bei Mi derselbe ist wie bei Me. Dies wird klar, wenn wir denken, daß Me das Herzblut durch eine Röhre von 1 cm^2 auspreßt und die miteinander kommunizierend gedachten 1000 Mi-Herzen ihr Blut durch eine zweite, ebenso weite Röhre auspressen. Wenn Me und Σ Mi das gleiche Volumen Blut auspressen, muß natürlich das Blut in beiden Röhren gleich hoch steigen. Die Arbeit der beiden Blutsäulen kann aber bei dieser Gleichheit der Wege nur dann gleich sein, wenn der Druck an den beiden 1 cm^2 großen Spiegelflächen auch gleich ist. Ich glaube, es überrascht, daß das tausendmal kleinere Herz der Mi denselben hohen Blutdruck erzeugt wie das große Herz des Me.

Ehe wir weiter gehen, soll ähnlich wie bei Besprechung der Nerven auch hier erst ein gewisser Begriff, der der Durchblutung, fixiert werden. Wir dürfen wohl voraussetzen, daß bei Mi die Kapillargefäße nicht hundertmal kleineren, sondern denselben Querschnitt haben wie bei Me. Dann soll unter der Durchblutung die Zahl der Kapillargefäße verstanden werden, die die Volumeneinheit eines bestimmten Körperteiles durchziehen. Dieser Satz ist eigentlich nicht so klar, als er aussieht, aber man weiß doch, was man sich etwa zu denken hat.

Da Σ Mi dieselbe Masse hat wie Me, so wird Σ Mi bei gleicher Durchblutung ebenso viel Kapillargefäße enthalten wie Me. Wenn die Mi ferner ebenso weite Kapillargefäße haben wie Me, und das Blut soll in den Kapillaren der Mi ebenso schnell fließen wie in denen des Me, dann ist zur Unterhaltung des Blutlaufes in Σ Mi genau dieselbe mechanische Arbeit nötig wie zur Unterhaltung der Zirkulation bei Me. Da nun Σ Mi Herzen die gleiche Masse hat wie das Me-Herz, wird es auch wirklich die gleiche Arbeit leisten und die Speisung der Organe in Mi erfolgt genau so ergiebig wie in Me.

Man sollte meinen, daß das Blut in Mi zehnmal schneller einen Kreislauf vollenden wird als das Blut in Me, da ja die Kreisbahn in Mi zehnmal kürzer ist als in Me. Dem ist indes nicht so; ein Tropfen Blut vollendet seinen Kreislauf in Mi um nichts schneller als in Me. Das Blut in den Arterien und Venen fließt gegen die Erwartung in Mi

zehnmal langsamer als in Me, trotzdem daß es in den Kapillaren ebenso schnell wie in Me fließt. Der Gesamtquerschnitt der Aorten der Σ Mi ist eben zehnmal größer als der Aortaquerschnitt bei Me, und dasselbe Verhältnis gilt für alle anderen Blutwege. Wenn aber Σ Mi dieselbe Blutmenge enthält wie Me, und dieselbe fließt in Mi durch die gleiche Anzahl von Kapillaren mit derselben Geschwindigkeit wie in Me, dann muß auch in Σ Mi in jeder Sekunde dieselbe Blutmenge die Herzen passieren wie in Me. Wenn aber in Σ Mi die Aorten den zehnfachen Gesamtquerschnitt haben, muß das Blut in den Mi-Aorten zehnmal langsamer fließen als in der Me-Aorta, und dasselbe gilt für alle anderen Adern.

Verschiedene Differenzen.

Verdauung. Wie alle Flächen, so ist bei Σ Mi auch die Gesamtoberfläche des Verdauungsrohres zehnmal größer als bei Me und dient doch zur Ernährung derselben Menge organischen Stoffes und somit zur Verdauung derselben Menge Nahrung. Wenn die Darmdrüsen bei Mi und Me in gleicher Dichte die Darmwand decken, liefern also die Mi-Därme zehnmal mehr Verdauungssäfte, als erforderlich sind, oder liefern das erforderliche Quantum in zehnmal kürzerer Zeit, und ebenso können die Nahrungssäfte in Mi in zehnmal kürzerer Zeit aufgesaugt werden als in Me. Die chemischen Umwandlungen werden in Mi allerdings kaum schneller vor sich gehen als in Me, aber immerhin wird Mi bedeutend schneller verdauen als Me.

Wärmeverlust. In Σ Mi entsteht offenbar dieselbe Menge Körperwärme wie in Me, da ja von allen Stoffen beiderseits dieselben Mengen vorhanden sind. Nachdem aber die Gesamtkörperoberfläche bei Σ Mi zehnmal größer ist als bei Me, so wird die Wärme auch zehnmal schneller den Körper verlassen. Je kleiner also ein Tier ist, um so geringer kann nur die Differenz zwischen Körpertemperatur und Lufttemperatur sein. — In bezug auf Bekleidung sind die Mi in außerordentlichem Nachteile. Die Bekleidung wirkt bekanntlich nur dadurch erwärmend, daß sie den Wärmeaustritt verlangsamt und infolgedessen die im Körper erzeugte Wärme sich staut. Wenn aber ein Kleid des Mi den Wärmeaustritt in demselben Maße verzögern soll wie ein gewisses Kleid des Me, dann muß das Kleid des Mi nicht relativ, sondern absolut ebenso dick sein wie das Kleid des Me; das ist aber praktisch fast eine Ungeheuerlichkeit. Eine daumensdicke Bekleidung hält uns noch nicht sehr warm; ein Mikromensch aber, der selbst nicht viel mehr als daumensdick ist, müßte, um ungefähr denselben Schutz zu haben, seine Beine in Kleider stecken, die so dick sind wie sein Rumpf, und genauere Rechnung steigert das Mißverhältnis noch wesentlich. Das überaus voluminöse Gefieder der Vögel erscheint dadurch wohl motiviert.

Adhäsion. Wenn die Schwalbe ihr Nest an die Mauer baut, so ist es die Adhäsion, die es dort festhält, und Adhäsion hält die Wabe im Bienenstock und das Wespennest am Balken. Adhäsion ist das Mittel, das wohl bei den meisten Tierbauten die Teile verbunden hält. Die Kraft aber, mit der ein Körper an einem Träger adhäriert, wächst mit

der Größe der Berührungsfläche und ist derselben proportional. Setzen wir nun voraus, daß es eine große Biene, eine Makrobiene gäbe, die zehnmal größer dimensioniert ist als die normale Mesobiene. Die Makrowabe ist dann tausendmal schwerer als die Mesowabe, die Anheftungsfläche ist aber nur hundertmal größer. Auf jeden cm^2 der Anheftungsfläche kommt also bei der Ma-Wabe eine zehnmal größere Last als bei der Me-Wabe, dergestalt daß die Ma-Wabe notwendig abreißen muß. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir aber jedesmal, wenn wir die Adhäsion großer und kleiner Körper vergleichen, und der Grund liegt darin, daß bei Mikrokörpern auf die Gewichtseinheit eine zehnmal größere Adhäsionsfläche entfällt als bei Mesokörpern. Den kleineren Tieren steht daher ein ungleich kräftiger wirkendes Bindemittel zu Gebote als den großen und dadurch wird ihnen das Bauen ungleich leichter gemacht.

Diametralisierung. Wenn eine Raupe ein Blatt frißt, dann frißt sie das weiche Zellengewebe und läßt die harten Rippen, die ihren Kiefern mehr Widerstand entgegensetzen, unberührt. Will ein Reh dasselbe Blatt fressen, so muß es die Rippen mit in den Kauf nehmen und hat somit beim Wiederkauen mit den Zähnen nicht wie die Raupe den minimalen, sondern den mittleren Widerstand des Blattes zu überwinden. Ähnliches bemerkt man auch in anderen Fällen. Ein m^3 Erde ist nichts weniger als eine homogene Masse. Einige Stellen sind thoniger und zäher, andere lockerer, trockener, mürber; einige sind durch zahllose Wurzelfasern gebunden, andere sind durch Humus gelockert. Wenn in einem m^3 Erde Ameisen graben, so werden sie nur die lockersten Partikel ausheben und vielleicht die härteren und zäheren Partien umgehen. Ein grabender Dachs hingegen kann aus diesen Unterschieden keinen Nutzen ziehen und er hat nicht wie die Ameise den minimalen, sondern den mittleren, sozusagen den diametralen Widerstand zu überwinden. Wenn daher ein Reh einerseits, ein Heer Raupen anderseits die gleiche Menge Laub verzehren, dann leistet das Reh eine ungleich größere mechanische Arbeit, ohne sich deswegen besser genährt, mehr gewonnen zu haben. Ebenso wenn einerseits ein Dachs, anderseits ein Heer Ameisen die gleiche Menge Erde ausgebrochen haben, dann hat der Dachs die bei weitem größere Arbeit geleistet. Ein Elefant ist noch weit schlimmer daran als das Reh, weil er sogar das Holz der Zweige zwischen die Zähne bekommt. Wir können uns so ausdrücken, daß wir sagen: den größeren Tieren gegenüber erscheint der Widerstand diametralisiert. In der Bearbeitung von kohärenten Materialien sind daher die kleinen Tiere namhaft begünstigt.

Die Diametralisierung bei großen, und ihr Gegenteil, sagen wir die Distinktion, bei kleinen Tieren fallen auch bei der Auswahl der Nahrungsmittel bedeutend ins Gewicht. Ein sehr kleines Tier, das auf einem Baume lebt, hat eine überreiche Auswahl an spezifischen Nahrungsmitteln, unter denen es sich genau dasjenige aussuchen kann, das seiner Natur am vollkommensten entspricht, und es kann sich dieselben in hoher Reinheit, frei von ungeeigneten Beimengungen verschaffen. Das eine Tier nährt sich lediglich von den weichsten Teilen der Frucht, in deren Fleisch es lebt, ohne Teile der unverdaulichen zähen Schale auf-

nehmen zu müssen; ein anderes trinkt bloß den Saft mittels seines Rüssels, ohne sich selbst mit der so zarten Holzsubstanz des Zellengewebes des Fruchtfleisches beladen zu müssen; ein drittes lebt im Splinte, ein viertes entnimmt den zartesten Wurzelfasern seine Nahrung. Je größer aber ein Tier ist, um so weniger ist es im stande, eine Auswahl in den Stoffen zu treffen. Während die Biene ausschließlich den Honig des Klees zu sich nimmt, muß die Kuh das ganze Kraut verzehren; während zahlreiche Insekten lediglich das Fleisch des toten Tieres fressen, verschlingt die Katze auch die Haare und die Knochen; der Adler ist genötigt, einen Teil der unfreiwillig genossenen Stoffe als Gewölle auszuspeien. Die Distinktionsfähigkeit gibt daher den kleinen Tieren die Fähigkeit, ungleich leichter sich zweckmäßig zu ernähren als die Riesen.

Eine dritte Richtung, in der sich der Einfluß der Diametralisierung zeigt, ist die Auswahl des Wohnortes, Lagerplatzes. Für große Tiere gibt es nicht viele Typen von Stand- und Lagerplätzen. Bodenmulde, Dickicht, Hochwald, Uferschlamm, Meer, Felsklippen und nicht viele andere Typen stehen den großen Tieren zu Gebote. Wie zahlreiche Typen liefert aber der Hochwald allein den kleinen Tieren: Baumhöhle, Astloch, Rindenspalte, Zwiesel, Blattfläche etc.; wie bestimmt unterscheiden die kleinen Wasserinsekten, Würmer, Kruster etc. in jedem kleinen Sumpfe die schlammigeren, sandigeren, von Wurzeln durchzogeneren, tieferen, klareren etc. Teile; wie sehr wählen sie zwischen etwas größeren und etwas kleineren, etwas ruhigeren und etwas gestörteren Wässern etc. Ihrer Kleinheit zufolge vermögen sie Lokalnüancen auszunutzen, während größere Tiere nur die mittlere Qualität des Ortes auszunutzen vermögen und Pfütze ihnen schlechthin Pfütze bleibt.

A n p a s s u n g e n. Fassen wir wieder den Klee ins Auge. Er dient manchem großen Säuger zur Nahrung. Da aber alle die ganze Pflanze zu verzehren genötigt sind, wird allen das Wiederkäuergebiß genügen, und keiner hat Ursache, behufs besserer Anpassung ein Gebiß zu entwickeln, das speziell ihm besser entsprechen würde als allen anderen Kleefressern. Ganz anders steht es mit den Kleintieren. Die Hummel, die den Honig saugt, braucht andere Mundwerkzeuge als die Raupe, die die Blätter frißt, und die Cikade, die dem Stengel den Saft entzieht, muß abermals mit anderen Werkzeugen versehen sein. Je kleiner also Tiere sind, um so mehr Veranlassung bietet sich ihnen, sich speziellen Funktionen anzubequemen und in divergenten Richtungen zu variieren, während bei großen Tieren mit der Größe auch die Lebensbedingungen derart »durchschnittlich«, derart eintönig werden, daß ein größerer Typenreichtum sich kaum entwickeln kann, weil es für dieselben nicht genug Spezialfunktionen gäbe.

E l i m i n a t i o n d e s Z u f a l l e s. Es seien in einer gewissen Gegend 100 Ct. Rehe und 100 Ct. Mäuse. Dann kann man sagen, daß der Bestand an Mäusen dem Bestande an Rehen gleichkommt. Während aber dann von Rehen kaum 200 Individuen vorhanden sind, erscheinen die Mäuse in vielen Zehntausenden von Einzelwesen. Es läßt sich leicht einsehen, daß die Rehe voraussichtlich leichter ausgerottet werden können als die Mäuse. Eine einbrechende Wolfsherde kann den Rehstand stark

dezimieren, und es sollen durch einbrechende Füchse die Mäuse in ebendemselben Maße vertilgt werden. Dann wird es mehrere Jahre dauern, bis die Rehe den alten Stand erreicht haben, während bei den Mäusen der Schaden schon in einem Jahre gutgemacht sein kann. Wenn nun zufällig im nächsten Jahre eine zweite Invasion eintrifft, erleiden die Rehe dadurch eine viel größere Einbuße als die Mäuse. Der Zufall kann den Rehen gerade die Männchen in übergroßer Zahl nehmen; daß aber bei der großen Menge von Mäusen auch hier eine so große Abweichung vom Mittel eintreten könnte, widerspricht der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Schneestürme, Krankheiten, exzessive Kälte, Überschwemmungen und ähnliche außerordentliche Fälle werden einer kleineren Individuenzahl immer weit gefährlicher als einer großen. Eine Hungersnot kann den Bestand an Nahrung momentan so sehr vermindern, daß von großen Tieren nicht einmal ein einziges Paar sich am Leben zu erhalten vermag; von kleinen Tieren werden unter denselben Umständen Hunderte am Leben bleiben und die Art erhalten. Bei Bränden, Überschwemmungen kann eventuell nicht genügender Platz auch nur für ein Paar Riesen verschont bleiben, oder der Zufall will es, daß keines ihn findet; für kleine Tiere ist der kleinste verschonte Ort genügend, und bei ihrer großen Individuenzahl ist es unwahrscheinlich, daß kein einziges Individuum einen vorhandenen Rettungsplatz zufällig entdeckt. — Ein wichtiger Umstand liegt wohl darin, daß durch eine Verletzung des Fußes das ganze Reh in Mitleidenschaft gezogen ist, und stirbt es, ist etwa $^1/_2\,^0/_0$ des Bestandes dahin. Wenn aber eine Maus erkrankt oder stirbt, dann ist der Bestand nur um vielleicht $^1/_{100\,000}\,^0/_0$ geschwunden. Der Zufall ist also auch bei den gewöhnlichsten Vorfällen um so vollständiger eliminiert, unschädlich gemacht, je größer die Individuenzahl, je kleiner also das Individuum ist.

R e v i e r. Das Revier, d. h. das Gebiet, das ein Tier braucht, um hinreichende Nahrung zu finden, ist fast immer eine Fläche, ein Stück der Erdoberfläche. Für die Raubtiere ist es das Jagdgebiet, für die Wiederkäuer der Weideplatz, für den Maulwurf im Wesen die Decke von Ackererde, welche die sichtbare Erdoberfläche bildet. Es ist klar, daß der Nahrungsertrag der Größe des Reviers proportional ist, überall gleiche Qualität vorausgesetzt. Drei Ha Wiese liefern dreimal mehr Gras als ein Ha; drei Ha Wald enthalten dreimal mehr Tiere als ein Ha etc. Daraus folgt aber, daß ein Mi, das tausendmal kleiner ist als ein Me, auch nur ein tausendmal kleineres Revier braucht; dieses hat aber, Kreisform vorausgesetzt, einen 32mal kleineren Durchmesser. Nachdem aber Mi, wie wir gesehen haben, die Qualifikation hat, ebenso weit zu gehen, ebenso hoch zu springen wie Me, so ist sein Revier tausendmal größer, als notwendig wäre. Dadurch wird Mi befähigt, außerordentlich wählerisch zu sein und Nahrungen zu wählen, die tausendmal dünner gesät sind als die Nahrung von Me. Die Biene, die Honig in minimalen Dosen saugt, erwirbt sich also ihre Nahrung nicht schwerer als der Ochs, der den millionenmal massenhafteren Klee selber frißt.

S t i m m o r g a n. Bei Mi sind Länge, Gewicht, Spannung der Stimmbänder andere als bei Me. Wenn auf Grund der veränderten Werte die Stimmhöhe berechnet wird, so findet man, daß die Stimme bei Mi etwa

drei Oktaven höher liegt als bei Me. Σ Mi hat zusammengenommen eine zehnmal größere Stimmritzenöffnung und darum strömt die Luft zehnmal schneller aus, sie haben im Singen einen zehnmal kürzeren Atem. Der Luftdruck ist bei Mi ebenso groß wie bei Me. Die Stimmbänder der Σ Mi haben eine zehnmal größere Gesamtfläche als die des Me; zusammengenommen haben sie also eine zehnmal stärkere Stimme als Me, ein einzelner Mi aber eine hundertmal schwächere. Die Physik lehrt, daß man einen Mi infolgedessen bedeutend weniger weit hören wird als einen Me. Wenn man daher einen Me auf 100 m bemerkt, wird man einen Mi erst auf etwa 10 m Entfernung bemerken.

Vegetationsbilder aus West-Indien und Venezuela.

Von

Dr. Fr. Johow.

III. Ein Ausflug nach der Höhle del Guacharo.

(Schluß[1].)

Wie im Eingange mitgeteilt, hatten wir zum Zielpunkt unseres Ausfluges nach Venezuela die große, durch Humboldt und Bonpland bekannt gewordene Höhle des Guacharo-Vogels ausersehen. Dieselbe liegt in nördlicher Richtung etwa 30 spanische Leguas (= 28 deutsche Meilen) von Maturin entfernt, unweit des ehemaligen Kapuzinerklosters Caripe, in einem Hochthale jenes von West nach Ost sich erstreckenden Gebirgszuges, der als venezolanische Küstenkordillere bezeichnet wird. Die wenigen europäischen Reisenden, welche seit Humboldt und Bonpland der Guacharo-Höhle einen Besuch abgestattet haben, sind sämtlich von einem an der Nordküste gelegenen Punkte, von Carúpano oder Cumaná, ausgegangen, von wo sie in drei bis vier Tagereisen nach Caripe gelangen konnten. Den Guarapiche von seiner Mündung im Golf von Paria aus bis Maturin hinaufzufahren und von dort durch die Llanos der Provinzen Maturin und Cumaná nach dem Gebirge vorzudringen, hatte nach allem, was man uns sagte, außer einigen handeltreibenden Eingebornen sowie den Eselkarawanen, welche zwischen Maturin und Caripe verkehren, noch niemand vor uns unternommen. Es war deshalb für uns mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, in Maturin zuverlässige Auskunft über die Entfernung nach Caripe und über die auf dem Wege liegenden Ortschaften zu erhalten, und ohne die Erkundigungen, welche Herr Karl Moehle — im Lande überall als Don Carlos bekannt und beliebt —

[1] s. Juliheft S. 35.

vermöge seiner zahlreichen Verbindungen und Bekanntschaften einzuziehen in der Lage war, hätten wir schwerlich die beabsichtigte Exkursion zu stande gebracht.

Eine wichtige Angelegenheit, die wir vor der Abreise zu erledigen hatten, war auch die Beschaffung guter und ausdauernder Tiere, auf deren Rücken wir die ganze Strecke zurücklegen mußten; denn per pedes in den Llanos zu reisen, ist schon der Entfernungen wegen ein Ding der Unmöglichkeit; sodann würde es auch gegen die Landessitte verstoßen, welche mit dem Begriffe eines gebildeten Mannes den eines Caballero verbindet und das Wandern zu Fuße als eseltreiberhaft verbietet. Dank der gefälligen Vermittelung eines in Maturin lebenden Engländers, Mr. Tucker, hatte die Besitzerin einer großen Zuckerhacienda in San Felix, Señora Elvira Sanabria, die große Freundlichkeit, uns mehrere ausgezeichnete Maultiere, von denen sich eines gerade in Maturin befand, während die anderen uns unterwegs in Aragua erwarten sollten, zur Verfügung zu stellen. Ich ergreife mit Vergnügen die Gelegenheit, der liebenswürdigen Dame, deren Gastfreundschaft wir auch später auf der Reise selbst genossen haben, hier nochmals unseren besten Dank auszudrücken.

Zu dem Gelingen unserer Exkursion trug ferner sehr wesentlich der Umstand bei, daß Herr Wollweber auf Veranlassung und mit gütiger Erlaubnis des Herrn Moehle sich dazu entschloß, uns persönlich zu begleiten. Nicht allein gewannen wir in ihm einen angenehmen Gesellschafter, der unsere kleine Cavalcade in erwünschter Weise vermehrte, sondern auch einen erfahrenen Ratgeber, dessen Vertrautheit mit den Verhältnissen des Landes uns unterwegs die besten Dienste leistete.

Wir brachen am 8. März und zwar, um die Hitze des Tages möglichst zu vermeiden, bereits 2 Stunden vor Sonnenaufgang von Maturin auf. Herr Wollweber ritt sein eigenes Roß, mein Reisegefährte, Herr Schimper, das Maultier der Señora Elvira und ich selbst einen munteren Eselhengst aus dem Stalle des Herrn Moehle. Als vierter im Bunde trabte per pedes der Eseltreiber Sinforoso, den wir zum Transport unseres Gepäcks gedungen hatten, mit einer beladenen Eselin hinter uns her.

Das erste zu besiegende Reisehindernis ließ nicht lange auf sich warten. Um aus der Stadt ins Freie zu gelangen, mußten wir eine Viertelstunde nach dem Aufbruch den Guarapiche überschreiten und zwar, da keine Brücke vorhanden war, indem wir quer durch den Fluß hindurchritten. Bei der herrschenden Dunkelheit verfehlten nun zwei unserer Tiere mitten im Wasser die Furt, gerieten in ziemlich tiefes Wasser und brachten uns erst nach längeren Irrfahrten, auf denen unsere Kleider vollständig durchnäßt wurden, ans jenseitige Ufer. In Europa hätte uns dies Abenteuer sicherlich eine unangenehme Erkältung eingetragen, um so mehr als wir nicht in der Lage waren, alsbald unsere Kleider zu wechseln. In jenem tropischen Klima war hingegen wenig zu befürchten, und ohne Aufenthalt trabten wir, das Trocknen der Kleider dem Winde überlassend, auf die Steppe hinaus.

Die letzten zerstreuten Häuser von Maturin, welche sich vom Flusse

aus noch ein bis zwei Leguas weit ins Freie erstrecken, lagen schon eine gute Stunde hinter uns, als eine schnell vorübergehende Rötung des östlichen Horizontes den Anbruch des Tages verkündigte. Der Leser kann sich kein großartigeres und herrlicheres Naturschauspiel denken als einen solchen Sonnenaufgang auf einer großen tropischen Steppe. Nirgends empfängt man einen so tiefen, unauslöschlichen Eindruck von der Majestät der aufgehenden Sonne, als dort, wo sie binnen wenigen Minuten die ganze Fülle ihres Lichtes ungehemmt über eine weite Fläche ergießt, wo gleichzeitig eine wilde großartige Natur aus ihrem Schlummer erwacht und wo selbst das Tier, auf dessen Rücken man reitet, laut dem jungen Tage entgegenwiehert. Nicht annähernd so großartig ist mir jemals ein Sonnenaufgang von dem Gipfel eines hohen Berges erschienen, welcher zwar eine weite Fernsicht gewährt, aber das Erwachen der Tierwelt nicht unmittelbar beobachten läßt, oder auf dem weiten Ozean, wo die Sonnenstrahlen, ohne ein Farbenspiel zu erzeugen, über eine gleichmäßige Fläche dahinschießen.

Nachdem es hell geworden, werfen wir jetzt einen Blick auf die Beschaffenheit der uns umgebenden Landschaft und geben uns Rechenschaft über den Charakter der daselbst vertretenen Flora und Fauna. Erinnern wir uns daran, daß wir uns im Frühjahr, d. h. inmitten der trockenen Jahreszeit befinden. Die Sonne hat wenige Tage vorher zur Mittagszeit über dem Zenith von Maturin gestanden, ist jetzt auf ihrer Wanderung nach dem nördlichen Wendekreis begriffen und wird bei ihrer Rückkehr nach Süden im August zum zweiten Mal unseren Parallelkreis (den 9ten nördl. Breite) passieren. Seit mehreren Monaten ist auf den Llanos kein Regen gefallen, der Boden daher aufs äußerste vertrocknet und so hart geworden, daß er von den Hufen unserer Tiere laut erdröhnt. Der üppige Grasrasen, welcher die Steppe während der Monate Mai bis Dezember schmückte, ist nunmehr zu einem vergilbten Strohteppich erstorben, aus dem noch hier und da eine unbelaubte *Gentiana* oder Sauvagesie ihre kleinen Blüten erhebt. Nur an etwas tiefer gelegenen Stellen, wo der Boden ein geringes Maß von Feuchtigkeit zurückgehalten hat, vegetiert noch jene für die Steppenvegetation so charakteristische Gruppe von Gräsern, welche die merkwürdige Fähigkeit besitzt, vermöge eines besonderen anatomischen Mechanismus ihre Blattspreiten röhrenförmig einzurollen und sich dadurch vor gänzlicher Austrocknung zu bewahren. Zwischen den eigentlichen Steppengräsern bemerken wir auch scharfblätterige Kyllingien, die zu der Familie der Cyperaceen gehören und unseren Riedgräsern ähnlich sind. Vor allem aber fesseln die Dormideras oder Sinnpflanzen[1] unsere Aufmerksamkeit, welche streckenweise rasenförmig den Boden überziehen und, von den Hufen unserer Tiere berührt, ihr reizbares Laub zusammenfalten, dadurch in langen Streifen hinter uns unsere Spur bezeichnend. Die biologische Bedeutung der merkwürdigen Reizerscheinungen der Mimosen haben wir bereits bei einer früheren Gelegenheit[2] ausführlich gewürdigt und darauf aufmerksam ge-

---

[1] *Mimosa pudica.*
[2] Siehe Nr. II dieser Vegetationsbilder, Kosmos 1884, II. Bd., p. 128.

macht, daß sie ohne Zweifel eine Schutzeinrichtung einerseits gegen tierischen Fraß, anderseits gegen den zerstörenden Einfluß der elementaren Gewalten darstellen.

Die ganze übrige Krautvegetation der Steppe ist gegenwärtig erstorben oder vielmehr beschränkt auf die unterirdischen Organe, mit denen die Pflanzen in ähnlicher Weise wie die meisten Tiere Sommerschlaf halten.

Sehr charakteristisch für die Physiognomie der Steppe ist eine Anzahl von Holzgewächsen, die vereinzelt oder in kleinen Gruppen aus dem gelben Grasrasen sich erheben. Sie zeigen, obwohl sie systematisch weit voneinander entfernten Familien des Pflanzenreiches angehören, in ihrem Habitus und in der Beschaffenheit ihrer Blätter eine große Übereinstimmung, was ja ein deutliches Kriterium dafür ist, daß jene Eigenschaften Erscheinungen von Anpassung darstellen. Alle diese Bäume haben einen niedrigen, aber knorrigen Wuchs. Ihre ungeteilten Blätter sind von außerordentlich hartem und dichtem Gefüge, mit einer enorm entwickelten Cuticula zum Schutze gegen überstarke Verdunstung und mit einer tiefen, sukkulenten Epidermis versehen, die als Wasserreservoir für das grüne Gewebe zu fungieren hat[1]. Ich nenne vor allem den Chaparro-Baum, *Rhopala complicata*, aus der Familie der Proteaceen, dessen Blätter stark kieselhaltig und so hart sind, daß sie von den Indianern zum Polieren gebraucht werden, ferner die *Byrsonima*-Arten, aus der Familie der Malpighiaceen, die *Curatella americana*, eine Dilleniacee, und das *Anacardium occidentale*, aus der Familie der Terebinthaceen. Der letztgenannte Baum ist übrigens — wie hier beiläufig bemerkt sei — ausgezeichnet durch sehr wohlschmeckende, saftige Früchte, die in morphologischer Beziehung zu den merkwürdigsten Gebilden gehören, die das Pflanzenreich aufweist. Der fleischige, eßbare Teil der »Frucht«, welcher die Größe und Gestalt einer ansehnlichen Birne besitzt, ist nämlich botanisch betrachtet nichts anderes als der Stiel der eigentlichen Frucht. Letztere sitzt am Ende des verdickten Trägers als ein viel kleineres, etwa zolllanges Gebilde von der Größe und Gestalt einer Bohne, das im Inneren einen ebenso gestalteten Samen trägt. Auch dieser Same ist eßbar und zwar besitzt er, besonders in geröstetem Zustande, einen sehr feinen, mandelartigen Geschmack[2].

An die genannten Bäume, welche wir als typische Steppengewächse bezeichnen können, da sie allein oder vorwiegend auf Savannen wachsen, reihen sich nun noch einige andere baum- und strauchartige Gewächse an, die überhaupt Bewohner dürrer Standorte sind und die wir beispielsweise auch auf trockenen Küstenstrichen wieder finden. So wachsen u. A.

---

[1] Siehe über diese und ähnliche Schutzmittel der Sonnenpflanzen auch die Bemerkungen in Nr. II dieser Aufsätze, l. c. p. 125 ff.

[2] Die bohnenförmigen Früchte selbst enthalten in ihrer Wandung einen äußerst scharfen, kaustischen Stoff, der dem Neuling, welcher sie mit den Zähnen zu öffnen versucht, gewöhnlich eine im wahren Sinne des Wortes sehr „bittere" Enttäuschung bereitet. Da dieser Stoff nun in der Hitze flüchtig ist, röstet man die Früchte, bevor man die Samen herausnimmt und genießt. Früher waren die *Anacardium*-Früchte unter dem Namen „Elefantenläuse" offizinell.

auf den Llanos — wir greifen hier der Einheit der Darstellung zuliebe dem Verlaufe unserer Reise etwas vor, indem wir die Vegetation später durchreister Strecken gleich mit zur Sprache bringen — gewisse Sträucher und Bäume aus der Familie der Leguminosen (Schmetterlingsblütler, Caesalpiniaceen und Mimoseen), die wir, wenigstens in nahe verwandten Arten, bereits am Strande der westindischen Inseln kennen gelernt haben[1]. In der Regel bilden diese Bäume auf der Steppe kleine, oasenartig verteilte Gehölze, die, wie es scheint, im Laufe der Zeit sich langsam auf kosten des Grasrasens ausbreiten[2].

Wie schon bei der Besprechung der Strandvegetation bemerkt wurde, besteht die auffallendste Eigentümlichkeit der an trockenen Standorten lebenden Leguminosen darin, daß sie ihre Belaubung während der trockenen Jahreszeit abwerfen und sich dadurch vor dem Verschmachtungstode bewahren. Kurz vor Beginn der nassen Jahreszeit treiben diese Bäume dann von neuem ihr reiches Laubwerk aus. Dieser Wechsel einer belaubten und einer unbelaubten Periode stellt, wie leicht zu zeigen, einen höheren Grad von Anpassung dar als die Ausbildung immergrüner, aber schwach transpirierender Laubblätter, wie wir sie bei den anderen Steppenbäumen finden. Denn können schon die zarten Fiederblätter der Leguminosen wegen ihrer großen Flächenausdehnung und der Regulierbarkeit ihrer Stellungen nach der jeweiligen Beleuchtungsintensität während der nassen Jahreszeit eine viel ausgiebigere Assimilationsarbeit verrichten, als der Chaparro-Baum mit seiner schwach transpirierenden Belaubung während des ganzen Jahres zu leisten im stande ist, so kommt bei jenen noch der andere biologische Vorteil hinzu, daß sie während der unbelaubten Periode blühen können, eine Einrichtung, welche die Wirksamkeit des Schau-Apparates bedeutend erhöht. Die unbelaubten, aber mit großen leuchtenden Blüten prangenden Leguminosenhaine der Llanos gewähren dem Reisenden ein sehr eigenartiges, unerwartetes Schauspiel.

In einem merkwürdigen Gegensatze zu den zartgefiederten Leguminosen mit ihrem periodisch wechselnden, leicht beweglichen Laubwerk steht nun noch eine andere Kategorie von Pflanzen, die auf der Steppe wachsen, nämlich die Sukkulenten. Diese Gewächse sind gleich dem Chaparro und seinen Verwandten wiederum einseitig an die trockene Vegetationsperiode angepaßt. Sie sind eigentlich typische Wüstenpflanzen, d. h. Bewohner nicht periodisch trockener, sondern beständig dürrer Standorte; daß sie auch auf der Steppe vorkommen, beruht auf ihrer Fähigkeit, die dürre Periode des Jahres zu überdauern, was so vielen anderen Pflanzen versagt ist. Die Sukkulenz, d. h. die äußerst reduzierte Oberflächenentwickelung der Transpirationsorgane verbunden mit der Ausbildung kompakter, wasseraufspeichernder Gewebe betrifft bekanntlich

---

[1] Siehe Artikel II, l. c. p. 120.

[2] Nach C. Sachs („Aus den Llanos", p. 92) soll der Grund dieser Erscheinung eine große Seuche sein, die vor 30—40 Jahren unter den Rinderherden der Llanos gewütet und dieselben stark dezimiert hat. Früher wären nämlich die jungen Keimpflanzen der Holzgewächse durch die zahlreich vorhandenen Rinder stets abgefressen worden, während sie jetzt bei der Kleinheit der Viehbestände sich meist ungehindert entwickeln könnten.

entweder die Stammteile oder die Laubblätter, wonach man zwei Kategorien von Sukkulenten, Stammsukkulente und Blattsukkulente, unterscheidet. Beide finden wir auf den Llanos vertreten, die ersteren durch Formen aus der Familie der Kakteen, welche in der neuen Welt die Euphorbien der afrikanischen Wüsten ersetzt, die letzteren durch Agaven und epiphytische Bromeliaceen. Von bedeutender landschaftlicher Wirkung ist ein baumartiger Säulenkaktus aus der Gattung *Cereus*, welcher in dieser Jahreszeit mit langen Reihen faustgroßer, roter Beerenfrüchte besetzt ist, sowie die riesige *Agave americana*, welche hier und da auf steinigem Terrain ihre 30 Fuß und darüber hohen Blütenstände erhebt. Die epiphytischen Bromeliaceen (*Tillandsia*-Arten) sind in den blattlosen Leguminosengehölzen die einzigen Gewächse, die in der trockenen Jahreszeit grüne Blätter besitzen. Aber auch dieses Grün ist bei vielen Arten verschleiert durch eine silbergraue Schuppenbehaarung, die für die Pflanzen, wie früher erwähnt, von großer Wichtigkeit ist, indem sie das alleinige Organ der Wasseraufnahme darstellt.

Werfen wir nun noch einen Blick auf den Charakter und die Lebensweise der auf den Llanos vertretenen Tierwelt. Wir nennen zunächst die Herden von Rindern, Pferden, Maultieren und Eseln, welche in halbwildem Zustande auf der Steppe umherschwärmen. Leider sind diese Tiere, welche zu Humboldt's Zeiten in ungeheurer Anzahl auf den Llanos vorhanden waren und ein bedeutendes Nationalvermögen Venezuelas ausmachten, im Laufe der letzten Jahrzehnte durch allerhand Seuchen sowie durch lässige Kultur derart dezimiert worden, daß der Reisende heute nur noch in seltenen Fällen nach Hunderten oder Tausenden zählende Herden zu Gesicht bekommt.

Von wilden Säugetieren, die in größerer Menge auf der Steppe leben, nenne ich eine Art kleiner Hirsche, die unserm europäischen Reh zum Verwechseln ähnlich sieht, ferner den Jaguar (im Lande allenthalben als Tiger bezeichnet), welcher unter den Herden der Haustiere oft beträchtlichen Schaden anrichtet, und die merkwürdigen Ameisenfresser und Schuppentiere, welch letzteren gleich den Rehen wegen ihres schmackhaften Fleisches eifrigst von den Llaneros nachgestellt wird.

Unter der Vogelwelt der Steppe machen sich vor allem die Papageien durch ihre ungeheure Individuenzahl bemerkbar. In den ersten Stunden nach Sonnenaufgang erfüllen die Schwärme dieser Tiere mit ihrem Geschrei dermaßen die Luft, daß man buchstäblich kaum sein eigenes Wort versteht. Läßt sich ein solcher Schwarm auf einem der unbelaubten Leguminosenbäume nieder, so könnte man glauben, derselbe hätte sich plötzlich belaubt, so dicht bedecken jene Vögel mit ihren grünen Leibern die kahlen Äste. Ein für die Steppe sehr charakteristisches Geschlecht von Vögeln sind auch die zahlreichen Eulen, welche pärchenweise in Erdlöchern wohnen, und die Ziegenmelker[1], welche man in der letzten Stunde vor Sonnenuntergang mit weitgeöffnetem Rachen um die Ränder der Gehölze huschen sieht. Von sonstigen Vögeln der Llanos erwähne ich nur noch als besonders ausgezeichnet durch Farbenschönheit den roten Kar-

[1] *Caprimulgus* sp.

dinal[1] und mehrere Arten bunter Spechte, die mit ihren Schnäbeln vernehmlich an den harten Ästen der Chaparrobäume hämmern.

Die niedere Tierwelt, einschließlich der Amphibien und Reptilien, hält bei der gegenwärtig herrschenden Dürre größtenteils unter der Erde Sommerschlaf. Nur die Klapperschlange und eine große Landschildkröte, welche den Steppenbewohnern als Speise dient und bei Gelegenheit von Savannenbränden massenhaft gefangen wird, treiben sich unbekümmert um die Dürre auf dem Llano umher.

In hohem Grade hätte es uns natürlich interessiert, etwas von den elektrischen Aalen zu hören oder zu sehen, welche bekanntlich in den Gewässern der Llanos leben und von deren Lebensweise und Fang uns Humboldt[2] jene geradezu klassisch gewordene Schilderung entworfen hat. Wir nahmen daher an verschiedenen Orten, die wir berührten und in deren Nähe wir Flüssen oder Lagunen begegnet waren, Gelegenheit, uns nach dem Vorkommen von Gymnoten zu erkundigen. Wiederholt erhielten wir auch von den Leuten zur Antwort, es gäbe ‚Tembladores‘ in den umliegenden Gewässern; es gelang uns aber nirgends, ein Exemplar zu Gesicht zu bekommen oder mit einem solchen, obwohl wir oft genug durch Bäche und Flüsse zu reiten hatten, eine ‚elektrische‘ Bekanntschaft zu machen. Da wir nun wenigstens über den merkwürdigen, mit Pferden betriebenen Fang der Gymnoten, das ‚embarbascar con cavallos‘, von dem Humboldt erzählt, einiges, wenn auch nur durch Hörensagen, zu erfahren wünschten, befragten wir darüber sowohl auf dem Wege nach Caripe als auch später noch in Maturin mehrere Llaneros und andere kundige Leute, wurden aber stets dahin beschieden, daß gegenwärtig in den Llanos eine solche Art des Fischfanges gänzlich unbekannt und wahrscheinlich auch früher niemals gewohnheitsmäßig betrieben worden sei. Es stimmen diese Aussagen durchaus mit den Ermittelungen überein, welche Dr. C. Sachs, mit physiologischen Untersuchungen über die elektrischen Erscheinungen des Zitteraales beschäftigt, im Jahre 1876/77 in der Gegend von Calabozo gemacht hat. »Eine sonderbare Verkettung von Umständen,« sagt Sachs[3], »hat dazu geführt, daß ein einzelnes Erlebnis zu einer Sitte und Gewohnheit, zu einem hervorstechenden Zuge im Naturcharakter eines Landes gestempelt worden ist. Es ist völlig unmöglich, daß es in den Llanos je Sitte gewesen ist, die Gymnoten mittels ins Wasser getriebener Pferde zu fangen; es müßte sich sonst bei den Bewohnern der Gegend wenigstens eine Spur von Erinnerung daran erhalten haben.«

Kehren wir aber jetzt zu unserem Ausfluge nach der Guacharohöhle zurück und widmen eine kurze Betrachtung der allgemeinen Beschaffenheit der durchreisten Gegend und den Ortschaften, die wir auf unserm Ritt passieren. Auf dem ebenen oder schwach wellenförmigen Terrain, das mit trockener Grasvegetation und vereinzelten Chaparrobäumen bewachsen sich im Norden von Maturin ausdehnt, fördert ein

[1] Ich war leider nicht in der Lage, diesen hübschen Vogel zu bestimmen, da mir die Bälge der erlegten Exemplare auf der Reise verdarben.

[2] Reise nach den Aequinoktialgegenden des neuen Kontinents, Bd. II, p. 401 ff.

[3] l. c. p. 111.

Ritt in der kühlen Morgenluft außerordentlich. So kam es, daß wir schon 1/2 Stunde nach Sonnenaufgang den 5 starke Leguas von Maturin entfernten Flecken Terronales erreichten. Wir stiegen daselbst im Hause des Don Pedro Felix Aristemonio, eines mit Herrn Wollweber befreundeten Venezolaners, ab und nahmen ein kräftiges Sancocho-Frühstück zu uns. Nach Beendigung desselben zeigte uns Don Pedro eine kleine ihm gehörige Rumfabrik, auf deren Einrichtung er sehr stolz war und die wir demgemäß gebührend bewundern mußten. Dann nahmen wir Abschied von unserem freundlichen Wirt, bestiegen von neuem unsere Tiere und machten uns auf den Weg nach dem 5 weitere Leguas entfernten Guayuta, wo wir unser erstes Nachtquartier zu nehmen gedachten.

Wir passierten nach Verlauf von einer Stunde die kleine Ortschaft Chaguaramal, in deren öden Straßen wir zahlreiche mit Blumen geschmückte Kreuze sahen, die der fromme Sinn der Einwohner gestiftet hatte, und langten nach einem anstrengenden Ritt durch eine heiße, hügelige Ebene gegen 1 Uhr mittags in dem Hato[1] des Generals Santos Carrera zu Guayuta an. Nachdem wir uns durch ein Bad im benachbarten Flusse erfrischt und für die Unterkunft unserer Tiere Sorge getragen hatten, ließen wir uns in einer kleinen Laube vor dem Wohnhause unseres Wirtes zur Mittagsmahlzeit nieder, die in Gestalt eines frisch geschlachteten Truthahns nebst dem unvermeidlichen Sancocho uns vortrefflich mundete. Der General, ein Mulatte, war in mehrfacher Beziehung für uns eine interessante Persönlichkeit. Er hatte, wie Herr Wollweber uns erzählte, ehemals einen einflußreichen politischen Posten in Carácas, der Hauptstadt des Landes, bekleidet, sich aber später ermüdet durch allerhand gegen ihn geführte Intriguen auf seinen Hato im fernen Osten zurückgezogen. Hier führte er jetzt zusammen mit seiner halbindianischen Frau, die er einst ihrem ihm feindlich gesinnten Vater nächtlicherweile entführt hatte, ein einsames Leben als Llanero. Ein kleines, aus Lehm gebautes und mit Palmblättern gedecktes Häuschen, welches im Innern auch des einfachsten Komforts ermangelte, diente ihm als Wohnung oder besser als Schlafstätte — denn während des Tages ging er entweder den Feldarbeiten nach, welche seine kleine, um das Haus angelegte Pisangpflanzung von ihm verlangte, oder er jagte als ein echter Llanero auf einem ungezähmten Roß mit Lasso und Lanze bewaffnet hinter seinen Ochsen auf der Steppe einher.

Den Nachmittag des 8. März, welchen uns noch in Guayuta zuzubringen vergönnt war, verwendeten wir dazu, uns für die Fortsetzung unserer beschwerlichen Reise auszuruhen und die Einrichtungen im Hato des Generals — dem ersten, den wir zu Gesicht bekamen — etwas näher in Augenschein zu nehmen. Interessant war uns u. a. die Art und Weise, wie in einem solchen Hato die Milch von den auf der Steppe umherschweifenden Kühen gewonnen wird. Man fängt nämlich einfach ein im Freien geborenes Kalb mit dem Lasso ein, bindet dasselbe in der Nähe des Hauses fest und ist sicher, daß sich gegen Sonnenunter-

[1] Viehzüchterei.

gang die Mutter, um ihr Kind zu säugen, bei demselben einfinden wird, bei welcher Gelegenheit man sie dann ohne Schwierigkeiten melken kann.

Die kühlen Abendstunden verlebten wir wieder in Gesellschaft des Generals und seiner liebenswürdigen Frau unter der kleinen, von Pisangstauden umgebenen Laube vor dem Wohnhause. Der General hatte zur Feier des Tages aus einer Erdgrube einige Flaschen Bremer Exportbieres zu Tage gefördert, welche er einst von einer aus Cumaná kommenden Eselkarawane eingehandelt hatte. Mit Freuden begrüßten wir das heimatliche Getränk, das seinen Wohlgeschmack vortrefflich bewahrt hatte, und stießen damit auf das Wohl der Frau Generalin an, welche neben uns sitzend beim Scheine einer indianischen Kerze aus eingebornem Tabak Zigarren drehte.

Die Nacht, welche wir unter einem ringsum offenen Schuppen in leinenen Hängematten zubringen mußten, war im Verhältnis zu der voraufgegangenen Hitze des Tages auffallend kühl, so daß ich gegen Mitternacht mich genötigt sah, aufzustehen und meine wollene Cobija [1] zu suchen. Solche niedrige Nachttemperaturen sind übrigens in den Llanos, besonders während der trockenen Jahreszeit, ganz gewöhnlich.

Gegen 7 Uhr morgens des nächsten Tages brachen wir nach Einnahme eines aus Kaffee und Arepa [2] bestehenden Frühstücks von Guayuta auf. Unser Wirt gab uns, auf einem prächtigen, kaum gezähmten Hengst voransprengend, ein paar Leguas weit das Geleit. Wir passierten eine hügelige, hier und da von Bächen durchschnittene Gegend, in welcher gelbe Savannen mit trockenen Gehölzen abwechselten. Hier konnten wir jene unbelaubten, hingegen mit Blüten beladenen Bäume bewundern, von denen oben die Rede war, und die ungeheuren Scharen grüner Papageien, welche in den Morgenstunden mit ihrem Geschrei die Luft erfüllen.

Ein zweieinhalbstündiger Ritt brachte uns nach dem 6 Leguas von Guayuta entfernten Städtchen Aragua, wo wir im Hause eines der angeseheneren Kaufleute des Ortes, des Corsen Don Pablo Carbuccia, eine kurze Rast hielten. Aragua [3] ist die größte der zwischen Maturin und Caripe gelegenen Ortschaften; es zählt 1500 Einwohner, ist Hauptstadt eines Distriktes, welcher eine nicht unbeträchtliche Tabakkultur aufweist, und hat auch als Stapelplatz für die in der Gegend von Caripe gezogenen Produkte einige Bedeutung.

In Don Pablo's Hause fanden wir auch die beiden Maultiere aus San Felix vor, die Herr Wollweber und ich gegen unsere stark ermüdeten Tiere eintauschten. Wir selbst stärkten uns durch einen mit Papelon versüßten Trank von Orangensaft sowie durch ein kräftiges Mittagsmahl und setzten dann ohne Säumen unsere Reise nach San Felix fort.

Eine kurze Strecke weit nördlich von Aragua blieb das Terrain eben und buschig. Dann folgte ein sanfter Aufstieg auf einem steinigen,

---

[1] Eine Art Reisedecke, die zugleich als Mantel benutzt werden kann. Die Chilenen und Peruaner nennen dasselbe Kleidungsstück „Poncho".

[2] Festes, aus Maismehl gebackenes Brot.

[3] Nicht zu verwechseln mit der ungleich größeren und bedeutenderen Stadt gleichen Namens, welche westlich von Carácas innerhalb der in die Llanos auslaufenden Thäler des Küstengebirges gelegen ist.

zwischen zwei Hügeln hinaufführenden Hohlweg, zu dessen Seiten Kakteenbäume von erstaunlichem Umfang wuchsen, und nachdem wir die Paßhöhe, die sog. Porta Chuelo, überwunden, lag das Thal von San Felix vor uns. Bis zur Hacienda der Señora Sanabria war nun noch eine weite, bei der herrschenden Hitze und der Einförmigkeit der Landschaft außerordentlich ermüdende Wegstrecke zurückzulegen, so daß, als wir gegen 4 Uhr nachmittags durch das große Thor der Hacienda einritten, das Maß unserer Kräfte annähernd erschöpft war. Wir hatten an jenem Tage 13 spanische Leguas (= 11 deutsche Meilen) mit einer einzigen Ruhepause zurückgelegt, eine Leistung, die selbst für einen Llanero als ganz respektabel gelten könnte.

Die Hacienda San Felix zählt zu den größten und bedeutendsten Zuckerrohrplantagen des östlichen Venezuela. Sie beschäftigt eine große Anzahl zum Teil von den westindischen Inseln eingewanderter schwarzer Arbeiter, verfügt über ein weites, für den Bau des Zuckerrohrs ausnehmend geeignetes Areal, über ausgedehnte Fabrikanlagen und Maschinen, welche sämtlich nach den besten Systemen konstruiert sind, und erfreut sich endlich eines bei aller Fruchtbarkeit doch gemäßigten Klimas, welches Feldarbeiten in hohem Grade begünstigt. Zur Zeit, als wir die Hacienda besuchten, war man gerade damit beschäftigt, das geerntete Zuckerrohr in Mühlen zu zerquetschen und den dadurch erhaltenen Saft in großen Kesseln einzudicken. Es sollte sodann dem Saft durch Zusatz von Kalk die Säure entzogen und hierauf der Zucker zum Krystallisieren gebracht werden, wobei der nicht gerinnbare Teil als ein brauner Sirup nach unten abfließt. Von dem auf diese Weise dargestellten Fabrikat, einem körnigen Zucker von brauner Farbe, kommt ein verschwindender Teil im Lande selbst zur unmittelbaren Verwendung; die Hauptmasse desselben wird in große Säcke verpackt nach Europa geschickt, von wo es, nachdem es durch Raffinade gereinigt worden ist, teilweise wieder als weißer Zucker nach den Tropen zurückwandert.

Der gastlichen Aufnahme und Bewirtung, welche uns in der Hacienda San Felix seitens der Besitzerin derselben zu teil wurde, habe ich bereits oben dankend Erwähnung gethan. Wir verlebten einen angenehmen Abend in Gesellschaft der Señora und ihrer Familie und brachen am nächsten Morgen um 5 Uhr in Begleitung eines Knechtes, der uns eine Strecke weit als Führer diente, nach Guanaguana auf. Der Weg führte zunächst auf breiter, wohlgeebneter Straße eine halbe Stunde lang durch trockenes Buschwerk, dann eine kurze Strecke weit am Ufer eines klaren, mit grünen Stauden gezierten Gebirgsbaches entlang, bis wir am Fuße des zu erklimmenden Abhanges des Gebirges anlangten. Gleich der erste Aufstieg war wegen seiner Steilheit und des auf dem Abhang zerstreuten Gerölles sehr beschwerlich. Wir begegneten einem am Wege liegenden verendenden Esel, den eine Karawane, da er von seiner übermäßigen Last und von Mißhandlungen erschöpft zusammengebrochen war, hilflos an Ort und Stelle zurückgelassen hatte. Mit aufgedunsenem Körper lag das unglückliche Tier auf den heißen Steinen in der prallen Sonnenhitze und blickte mit stierem Auge auf die schwarzen Aasgeier, welche auf den nahen Chaparro-Bäumen hockend kaum sein Ende erwarten konnten.

Auf der Höhe angelangt wurden wir durch den Anblick zahlreicher zwischen den Steinen wachsender Agaven überrascht, die gerade ihre riesigen Blütenpyramiden entfaltet hatten. Ich konnte der Versuchung nicht widerstehen, eines der höchsten Exemplare mit der Machete zu fällen und seine Dimensionen mit Hilfe eines Bindfadens zu messen. Es ergab sich eine Höhe des Blütenstandes von annähernd 9 Metern bei einer seitlichen Ausbreitung von über 6 Metern.

Abgesehen von diesen stattlichen Sukkulenten sowie vereinzelten Chaparro-Bäumen, die ihr knorriges Geäst gen Himmel streckten, war die Vegetation jener Berghänge so kümmerlich und öde wie möglich. Gelbe, von trockenen Steppengräsern gebildete Rasenflächen wechselten ab mit kahlen Steinhalden, auf denen lediglich jene bescheidenste aller Pflanzenklassen, die Flechten, die Bedingungen ihres Gedeihens gefunden hatte.

Ein plötzlicher Regenschauer — in dieser Jahreszeit übrigens eine ziemlich seltene Erscheinung — nötigte uns, für kurze Zeit die Cobija anzulegen, jenen einfach, aber praktisch konstruierten Reisemantel, den man bei einem Ritt durch die Llanos stets am Sattel mit sich zu führen pflegt. Als der Himmel sich wieder aufgeklärt hatte, genossen wir eine prächtige Aussicht auf die vor uns liegende Kordillere mit ihren zahlreichen parallel streichenden Thälern und ihren steinigen, fast von jeder Vegetation entblößten Bergkämmen. Ein eigenartiges Schauspiel boten die Dunstwolken dar, welche infolge des eben gefallenen Regens aus den Thälern aufstiegen und sich zitternd in den oberen Luftschichten verteilten.

Mehrere Stunden lang führte nun unser Weg über Steinhalden und dürre Grasflächen thalauf und thalab. Manche Strecken des ohnehin kaum kenntlichen Pfades waren durch große Blöcke derart versperrt und unwegsam gemacht, daß es der ganzen Ausdauer und Geschicklichkeit unserer Tiere bedurfte, um uns ungefährdet hinüber zu tragen.

Endlich gegen 9 Uhr — also nach vierstündigem Ritt von San Felix aus — waren wir auf dem letzten zu ersteigenden Berggipfel angelangt und sahen unter uns die zerstreuten Häuser von Guanaguana liegen. Auf demselben Wege, welchen Humboldt und Bonpland vor 82 Jahren verfolgt hatten, als sie von Cumaná aus über Cumanacoa und San Antonio nach Caripe zogen, ritten wir nun den letzten Kilometer thalabwärts.

Guanaguana liegt in einem weiten, nach Osten sich öffnenden Gebirgskessel, welcher von Papageienscharen belebt ist und durch seine bewaldeten Thalwände, die grünen Mais- und Zuckerrohrfelder im Grunde auf das angenehmste von der zuletzt beschriebenen Landschaft absticht. Der Ort verdankt seine Entstehung einer Niederlassung der Chaimas-Indianer, die hier noch zu Humboldt's Zeiten unter dem Regimente der Kapuzinermönche lebten. Jetzt ist die indianische Bevölkerung stark mit kreolischem Blut vermischt; an Stelle der früher allgemein gesprochenen Chaimas-Sprache ist das Spanische getreten, und das Missionshaus der aragonesischen Kapuziner, in welchem Humboldt und Bonpland Unterkunft fanden, ist heute spurlos verschwunden.

Wir kehrten in das Haus des Don VICENTE ROJAS ein, eines gutmütigen, aber ziemlich ungebildeten Mulatten, der vor Freuden über die unerwartete Ehre, die ihm durch unseren Besuch widerfuhr, sich schleunigst einen tüchtigen Rausch antrank. Nach dem Mittagessen unternahm ich noch einen kleinen Jagdausflug in die Umgebung des Dorfes. Derselbe brachte mir einige schöne Papageien-Arten ein, sowie ein Exemplar des hier sehr häufigen Conoto[1]. Letzterer Vogel gleicht in Gestalt und Färbung vollkommen dem oben beschriebenen Arendajo, mit dem er zusammen in die Familie der Ikteriden gehört, er ist aber ungleich größer und kräftiger gebaut als jener.

Am Nachmittage ritten wir in Begleitung unseres noch immer etwas bekneipten Wirtes über die sog. »Cuchilla«[2], einen im Lande weit und breit wegen der Gefährlichkeit des Überganges berüchtigten Gebirgsgrat, welcher die Thäler von Guanaguana und Caripe von einander scheidet. Wie schon HUMBOLDT bemerkt, ist der Übergang zwar beschwerlich, indem der Aufstieg sehr steil und der Grat an manchen Stellen nicht breiter als ein halber Meter ist; auch könnte ein unvorsichtiger Reiter wohl Gefahr laufen, an den steilen, mit glattem Rasen bewachsenen Abhängen sieben, achthundert Fuß tief hinabzurollen. So schauerlich und gefahrdrohend indessen, wie die Abgründe im Lande gewöhnlich geschildert werden, sind sie keineswegs, und selbst die schwierigsten Stellen der Cuchilla wird ein gutes Maultier, welches man ruhig seinen eigenen Weg gehen läßt, stets sicher und ungefährdet überschreiten.

Von dem höchsten Punkte der Cuchilla aus, welcher nach HUMBOLDT's Messungen 1068 m über dem Spiegel des Antillenmeeres liegt, genießt man eine interessante Fernsicht über die zahlreichen Gebirgsketten der Kordillere und über die weiten Llanos von Maturin und am Rio Tigre. Läßt man den Blick, den man bisher unverwandt auf den Weg gerichtet, plötzlich frei in die Ebene hinunter schweifen, so glaubt man den Ozean zu seinen Füßen zu sehen. Die in der Nähe liegenden, parallel gerichteten Erhebungen des Gebirges erscheinen wie hochgehende Wogen und die im Hintergrunde sich ausdehnende Steppe wie der unermeßliche Horizont der See.

Auf sanft abfallendem, vielfach sich schlängelndem Pfade von der Cuchilla hinabsteigend gelangten wir nach dreistündigem Ritte von Guanaguana aus in ein kühles, sehr hoch gelegenes Nebenthal des Caripethales. Gleich bei unserm Eintritt in dasselbe wurden wir durch den Anblick einer grünen, mit Wiesenblumen[3] geschmückten Savanne überrascht, welche ein erfreuliches Gegenbild bot zu den trockenen, fast von jeder Vegetation entblößten Steinhalden, die auf dem Wege zwischen San Felix und Guanaguana unser Auge ermüdet hatten. Nach einer halben Stunde Reitens betraten wir einen üppigen, dichten Wald, ge-

---

[1] *Cacicus* sp.

[2] Wörtlich „Messerklinge“.

[3] Humboldt fand hier „eine Art *Drosera*, die im Wuchs der *Drosera* unserer Alpen gleicht“. Mir selbst ist von dort wachsenden Kräutern besonders eine Komposite, die den *Gnaphalium*-Arten unserer Berge äußerlich sehr ähnelt, in der Erinnerung geblieben.

bildet aus immergrünen Leguminosen, Myrtaceen und anderen mit glänzender Belaubung versehenen Bäumen, die ihr Gedeihen offenbar dem feuchten, gleichmäßig kühlen Klima des Thales verdankten. An lichteren Stellen des Waldes hingen von den Ästen die langen, roßschweifähnlichen Büschel der *Tillandsia usneoides*[1] herab, hier und da das Laubwerk der Bäume mit einem dichten silbergrauen Schleier verhüllend. Neben diesem epiphytischen Gewächs kam ferner in großer Menge die *Usnea barbata*[2] vor, jene Flechte, die der *Tillandsia usneoides*, wie auch der Name der letzteren besagt, in Tracht und Lebensweise auf das täuschendste ähnelt. Wir haben hier wieder einen Beleg für die pflanzengeographisch wichtige Thatsache vor uns, daß die Gleichheit der äußeren Lebensbedingungen — besonders wenn dieselben sehr prägnanter und eigenartiger Natur sind — bei systematisch weit voneinander entfernten Pflanzen oft die auffälligsten Ähnlichkeiten in der Gestaltung und den biologischen Eigenschaften der Organe hervorruft.

Etwa eine Stunde lang zog sich der geschilderte Wald in der Richtung des Thales abwärts, dann betraten wir eine wohlgepflegte Pflanzung von Kaffeebäumen, die sich gerade im Zustande der Fruchtreife befanden, und erreichten einige Minuten später eine von einem rauschenden Flüßchen durchströmte, mit einer Anzahl kleiner Häuser malerisch besetzte Bergwiese: es war die Ansiedelung el Socorro, in deren unmittelbarer Nähe die Guacharohöhle gelegen ist. Wir stiegen im Hause des Don José Antonio Albarez ab, eines armen Mulatten, dem wir am Tage vorher auf seiner nach Maturin unternommenen Reise in Aragua begegnet waren und der uns in der freundlichsten Weise gebeten hatte, während seiner Abwesenheit frei über sein Haus zu verfügen. Mit Freuden erwähne ich dieses Beispiel jener fast unbegrenzten Gastfreundschaft, die in den von der Kultur noch unberührten Gegenden Venezuelas dem Reisenden als etwas vollkommen Selbstverständliches und ohne den mindesten eigennützigen Gedanken entgegengebracht wird. Wie anders auf den westindischen Inseln, wo zwar der fördernde Einfluß europäischer Kultur in allen äußeren Verhältnissen des Lebens deutlich zutage tritt, wo hingegen kaufmännischer Eigennutz und ungastliche Kälte einen weit verbreiteten Charakterzug gerade der »gebildeten« Klassen der Bevölkerung ausmacht.

Während wir noch zur Erholung von den Strapazen des Tages in unserer Hängematte der Ruhe pflegten, brach plötzlich und unvermerkt die Nacht herein. Wir waren deshalb genötigt, unsere Abendmahlzeit beim Scheine einer Fackel zu uns zu nehmen, welche die jüngste Señorita des Hauses, eine kräftige braune Dirne, hoch über unsern Häuptern emporhielt. Unter den Bestandtheilen der Mahlzeit befanden sich, was uns nicht wenig interessierte einige europäische Gemüsearten, Kartoffeln, Kohl u. dergl., welche in der Nachbarschaft des Dorfes gezogen worden waren. Diese Produkte des Caripethales sind weit und breit in der

[1] Vergl. über die Lebensweise dieses Gewächses Aufsatz II, l. c. p. 270 und 277.

[2] Beziehungsweise eine andere Spezies von *Usnea*, welche jener sehr nahe steht. Außerdem wächst daselbst in großer Menge eine *Ramalina* sp.

Provinz berühmt; sie bilden nächst dem Kaffee den wichtigsten Handels- und Ausfuhrartikel der Caripenser. Von dem außergewöhnlich kühlen Klima der Gegend, durch welches die Kultur der genannten Gewächse ermöglicht ist, sollten wir übrigens in der folgenden Nacht hinreichend Gelegenheit haben, uns zu überzeugen; denn nach Mitternacht sank plötzlich die Temperatur auf einen so niedrigen Stand herab, daß wir uns selbst mittels unserer wollenen Decken nicht genügend zu erwärmen vermochten.

Am nächsten Morgen wurde in einem der Nachbarhäuser uns zu Ehren eine Kuh geschlachtet und das Ereignis allen Bewohnern des Socorro in üblicher Weise dadurch angekündigt, daß der Eigentümer auf einem Horn des getöteten Tieres ein Signal blies. Von Nah und Fern kamen daraufhin die Leute aus den umherliegenden Häusern herbei, um sich einmal den seltenen Genuß frischer Fleischkost zu verschaffen und gleichzeitig ihren Vorrat von getrocknetem Fleisch (einem Hauptnahrungsmittel der Llaneros) bei der Gelegenheit zu vervollständigen.

Gegen 8 Uhr fanden sich vier Chaimas-Indianer aus Caripe bei uns ein, die sich bereit erklärten, uns als Führer in die Guacharo-Höhle zu dienen. Sie hatten, da sie von unserer bevorstehenden Ankunft vorher Kunde erhalten hatten, bereits eine große Anzahl von Fackeln aus den Spänen der Palmiche-Palme[1] angefertigt, mit denen sie die Höhle zu erleuchten gedachten.

In Begleitung unseres Wirtes aus Guanaguana und einiger Einwohner von Socorro und Caripe, welche die seltene Gelegenheit eines Höhlenbesuches nicht unbenutzt vorübergehen lassen wollten, brachen wir nun, geführt von den Indianern, nach der »Cueva« auf. Wir überschritten zunächst die Bergwiese von Socorro, indem wir den Lauf des Caripe-Flüßchens aufwärts verfolgten, und gelangten bald in eine schön bewaldete Schlucht, in welcher ein zweiter, mit klarstem Wasser erfüllter Bach herabkam. Wie wir später sahen, entspringt derselbe im Inneren der Höhle und ist ein Zufluß des Rio Caripe, in welchen er unweit der Niederlassung Socorro mündet. Nach einer Stunde Reitens sahen wir plötzlich das Portal der Höhle dicht neben uns an der rechten Bergwand auftauchen. Unverzüglich stiegen wir ab, banden unsere Tiere an einen Baumast fest und schickten uns an, in das Innere einzudringen.

Ein reizender, mit blühenden Heliconien und Araceen gezierter Bach, das ebengenannte Guacharo-Flüßchen, rieselte uns aus der Höhle entgegen, als wir dem Eingang uns näherten. Da, wo dasselbe ins Freie tritt, fielen uns zahlreiche junge Keimpflanzen auf, die den Boden bedeckten. Nach der Aussage unserer Begleiter waren es zum großen Teil Tabakpflanzen, die sie uns eifrig zu sammeln und mitzunehmen empfahlen; denn kein anderer Tabak, sagten sie, käme diesem »Guacharo-Tabak« an Aroma und Wohlgeschmack gleich. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß jene Pflanzen aus dem Kote der Guacharo-Vögel erwachsen, in welchem sich neben anderen Sämereien, die die Nahrung

---

[1] *Copernicia tectorum.*

der Vögel ausmachen, auch Tabaksamen vorfindet. Die Guacharo-Vögel verlassen nämlich zur Nachtzeit die Höhle, um in den Wäldern und Pflanzungen der Umgegend ihr Futter aufzusuchen, und kehren in der Morgendämmerung wieder in den Berg zurück.

Der Anblick des Portals der Höhle hat etwas ungemein Großartiges, nicht sowohl durch die bedeutende Höhe der Öffnung — dieselbe beträgt nach Humboldt's Messungen 80 Pariser Fuß bei einer Breite von annähernd 70 Fuß — als dadurch, daß es in seinem ganzen Umkreis von der üppigsten Vegetation geschmückt, von hohen Urwaldbäumen bestanden und mit Lianen und blühenden Epiphyten bekränzt ist.

Beim Eintritt in das Innere empfängt einen zunächst der »Vorhof« oder der sogenannte erste Salon, ein mächtiges Gewölbe, von dessen Decke riesige zapfenförmige Tropfsteinbildungen herabhängen, welche unheimlich in dem Dämmerlicht erglänzen. Nach hinten zu verliert sich der Blick in einer undurchdringlichen Finsternis, aus der nur das Plätschern eines fernen unterirdischen Wasserfalles undeutlich hervorklingt. Den Untergrund der Höhle bildet wohl hundert Schritte weit vom Eingang ein sandiges oder thoniges Erdreich, in welchem auf der einen Seite das Guacharo-Flüßchen sich sein Bett gegraben hat, während der übrige Teil so fest und geebnet erscheint wie eine künstliche Tenne.

Ehe wir nun weiter in das Innere eindrangen, entledigten wir uns auf Weisung unserer indianischen Führer der Schuhe und der Oberkleider und ließen dieselben im Vorhofe zurück. Dann wurde eine Anzahl der mitgebrachten Fackeln angezündet und unter Vorantritt der Indianer die Wanderung begonnen. Ich selbst hatte meine geladene Flinte bei mir, da ich einen Guacharo zu schießen wünschte, während Herr Wollweber einen Magnesiumdraht zu sich gesteckt hatte, den wir zum Zwecke der Erleuchtung der Höhle von Maturin mitgebracht hatten. Wir mußten wohl hundert Meter weit vordringen, bis wir das Geschrei der Guacharos vernahmen, welches anfänglich nur wie ein fernes Sausen erklang, aber, je näher wir kamen, desto lauter und furchtbarer uns entgegentönte. Da der Untergrund der Höhle bald sehr steinig wurde und hier und da mit dem Kot der Vögel mehrere Zoll hoch bedeckt war, zogen wir es vor, an Stellen, wo der Fluß nicht zu tief war, in dem sandigen Bett desselben zu waten. Leider sollten wir aber von dieser wesentlichen Erleichterung nur sehr kurze Zeit Gebrauch machen können; denn schon nach einer Viertelstunde verschwand der Fluß plötzlich in einer Felswand, und wir waren wieder genötigt, durch tiefen Kot und über spitze Steine unseren Weg zu suchen.

Eine höchst merkwürdige, in diesem Teil der Höhle zu beobachtende Erscheinung, die bereits Humboldt in Erstaunen versetzte, sind die aus dem Kot der Guacharo-Vögel erwachsenen, infolge des Lichtmangels vergeilten Pflanzen, welche massenhaft den Boden bedecken. Wir durchschritten ganze Wiesen dieser bleichsüchtigen Gewächse, welche ohne Laubblätter zu entwickeln bis zu einer Höhe von 3 Fuß aufgeschossen waren und, obwohl sie sehr verschiedenen Pflanzenarten angehörten, doch sämtlich den gleichen sonderbaren Anblick darboten. Unsere Begleiter, welche den natürlichen Grund der Erscheinung nicht zu durchschauen

vermochten, betrachteten diese unterirdische Vegetation mit einer stillen, abergläubischen Scheu.

Binnen wenigen Minuten gelangten wir nun in den großen, mit mächtigen Stalaktiten besetzten »zweiten Salon«, der von dem Vorhof durch hohe Hügel von Kalkverkrustungen getrennt ist. Dieser Raum ist das eigentliche Reich der Guacharos, die hier zu Tausenden und aber Tausenden von Exemplaren wohnen und nisten. Mit furchtbarem Geschrei und widerlichem Gekrächz flogen die durch das Fackellicht geblendeten, durch unsere Stimmen aufgeschreckten Vögel um unsere Köpfe, ohne jedoch den Versuch zu machen, aus der Höhle ins Freie zu entkommen. Ich feuerte viermal bei Fackellicht vergeblich nach den wild umherjagenden Vögeln; ein jeder Schuß, der fürchterlich in der Höhle erdröhnte, hatte nur zur Folge, daß die Vögel in noch dichteren Scharen und mit noch betäubenderem Lärm um unsere Köpfe sausten. Erst als Herr Wollweber den Magnesiumdraht anzündete und die Wände der Höhle plötzlich in einem hellen weißen Licht erstrahlten, gelang es mir, einen Vogel, der sich einen Augenblick auf einer Felskante niederließ, so glücklich zu treffen, daß er mit einem krächzenden Schrei zu Boden stürzte. Es war ein ausgewachsenes Männchen etwa von der Größe eines Huhnes oder einer sehr großen Taube. Das gesamte äußere Ansehen des Tieres hielt in auffälliger Weise die Mitte zwischen demjenigen der Eulen und demjenigen der Ziegenmelker. Mit den ersteren teilt der Guacharo das lockere, abstehende Gefieder und den hakenförmig übergreifenden Oberkiefer, mit den letzteren hingegen den weiten rachenförmigen Schnabel, ferner die Stimme und manche anatomische Eigentümlichkeiten, die es unzweifelhaft machen, daß er mit ihnen in systematischer Beziehung am nächsten verwandt ist. In der That hat der Vogel als *Steatornis caripensis* Humb. in der Familie der Caprimulgiden seinen Platz gefunden. — Was das Vorkommen des Guacharo-Vogels betrifft, so finde hier noch die Bemerkung Platz, daß dasselbe keineswegs auf die große Cueva, die nach dem Vogel ihren Namen trägt, ausschließlich beschränkt ist. Nach A. Göring [1], der im Jahre 1867 die Provinz Cumaná bereiste, gibt es im Südosten von Caripe noch mehrere weitere Höhlen, in denen Guacharos in großer Anzahl leben. Aber auch in anderen Teilen Südamerikas, in Höhlen und Felsklüften der Anden sowie in Grotten an der Küste von Trinidad ist der Vogel im Laufe dieses Jahrhunderts mehrfach aufgefunden worden.

Für die Indianer von Caripe ist die große Guacharo-Höhle, welche sie eine Fettgrube nennen, seit alters eine wichtige Quelle des Erwerbs. »Jedes Jahr um Johannistag — so berichtet Humboldt, und diese Schilderung trifft noch heute wörtlich zu — gehen die Indianer mit Stangen in die Cueva del Guacharo und zerstören die meisten Nester. Man schlägt jedesmal mehrere tausend Vögel tot, wobei die Alten, als wollten sie ihre Brut verteidigen, mit furchtbarem Geschrei den Indianern um die Köpfe fliegen. Die Jungen, die zu Boden fallen, werden auf der Stelle ausgeweidet. Ihr Bauchfell ist stark mit Fett durchwachsen, und

[1] Siehe Zeitschrift Globus, Jahrgang 1868, p. 161 u. 187.

eine Fettschicht läuft vom Unterleib zum After und bildet zwischen den Beinen des Vogels eine Art Knopf. . . . Zur Zeit der »Fetternte« (cosecha de la manteca), wie man es in Caripe nennt, bauen sich die Indianer aus Palmblättern Hütten am Eingang und im Vorhofe der Höhle. Hier läßt man das Fleisch der frisch getöteten Tiere am Feuer aus und gießt es in Thongefäße. Dieses Fett ist unter dem Namen Guacharoschmalz oder -Öl (manteca oder aceite) bekannt, es ist halbflüssig, hell und geruchlos. Es ist so rein, daß man es länger als ein Jahr aufbewahren kann, ohne daß es ranzig wird.«

Ein anderer Artikel, den die Höhle ihren Besuchern liefert, sind die im Kote der Guacharos sich findenden, sogenannten »Guacharo-Samen«, welche als Arzneimittel gegen Magenschmerz, Kolik, Krampf und Wechselfieber in hohem Ansehen stehen. Nach den Ermittelungen von N. Funck[1], der im Jahre 1842 die Höhle besuchte, gehören jene Samen der *Psychotria arborea* an, einem in der Provinz häufig vorkommenden Baume aus der Familie der Rubiaceen. Man sagte uns, daß die Vögel, nachdem sie den fleischigen Teil der Frucht verdaut hätten, die beiden harten Samen wieder ausspieen und daß diese erst dadurch, daß sie von dem Magensaft der Guacharos durchdrungen worden wären, ihre wunderbaren Eigenschaften erlangten. Die Indios sammeln die Kerne, durchbohren sie, ziehen sie auf Fäden und trocknen sie im Rauche über dem Herde. Meinem Reisegefährten wurde eine solche Kette von Guacharo-Samen von einem unserer kreolischen Begleiter als etwas besonders Wertvolles zum Geschenk gemacht. Man verordnet dem Kranken zwei oder drei Kerne, die er zu kauen oder gepulvert mit heißem Wasser zu genießen hat.

Kehren wir aber wieder zu unserer Wanderung durch die Höhle zurück. Wir kamen bald an den äußersten Punkt des von Humboldt untersuchten Teiles, das Ende des zweiten Salons, welches vom Eingange annähernd $^1/_2$ km entfernt ist. Humboldt hatte an dieser Stelle, wo sich ein kleiner Wasserfall befindet, umkehren müssen, da die Indianer, geängstigt durch den Glauben, daß in den hinteren Teilen der Höhle die Seelen ihrer Verstorbenen wohnten, um keinen Preis zum Weitergehen zu bewegen waren. »Der Mensch, sagten sie, solle Scheu tragen vor Orten, die weder von der Sonne, Zis, noch von dem Monde, Nuna, beschienen sind. Zu den Guacharos gehen, heißt so viel als zu den Vätern versammelt werden, sterben. . . . Die Höhle von Caripe ist der Tartarus der Griechen, und die Guacharos, die unter kläglichem Geschrei über dem Wasser flattern, mahnen an die stygischen Vögel.«

Heutzutage haben die Indios diesen Glauben verloren. Denn wenn sie auch immer nachdenklicher und schweigsamer wurden, je tiefer wir in die Höhle vordrangen, so widersetzten sie sich doch nicht, als wir Miene machten, in den von Funck entdeckten »dritten Saal«, die Cueva del Silencio, einzutreten. Man hat, um dorthin zu gelangen, wiederum eine sehr beschwerliche Passage zu überwinden, indem man durch einen

[1] Siehe Kölnische Zeitung vom Jahre 1878, Nr. 255 und 262. Die dort gegebene Schilderung der Guacharo-Höhle ist die beste, welche mir zu Gesicht gekommen ist.

engen und gleichzeitig sehr niedrigen Kanal, dessen Untergrund aus tiefem Kot besteht, in gebückter Stellung hindurchkriechen muß. In der »Höhle des Stillschweigens« gibt es keine Guacharos mehr, und nur ganz undeutlich hört man daselbst die Stimmen der Vögel aus dem zweiten Saal herüberschallen. Die Wände der Höhle sind ferner hier nicht mit Stalagmiten und anderen Tropfsteinbildungen bekleidet, sondern bestehen aus nacktem, thonigem Schiefer. Natürlich fehlen auch die etiolierten Gewächse, welche in den vorderen Teilen der Höhle überall den Boden überziehen.

Dem Laufe des Guacharo-Flüßchens, welches hier wieder zum Vorschein kommt, folgend, wandten wir uns nun links und durchwanderten mehrere Stunden lang, oft über nackte Felsen und umherliegendes Steingeröll kletternd, einen labyrinthartig gekrümmten Gang, der die Fortsetzung der Höhle bildet und von dem aus viele andere Spalten und Klüfte sich abzweigen. Nachdem wir ein zweites kanalähnliches Loch durchkrochen hatten, gelangten wir endlich in einen vierten großen Saal, dessen Decke mit den herrlichsten, diamantartig glitzernden Zapfen und Säulen, oft von den phantastischsten Formen, besetzt war. Hier stellte sich unserem weiteren Vordringen wiederum ein ernstliches Hindernis entgegen in Gestalt einer sehr steil aufsteigenden, durch herabrieselndes Wasser äußerst glatten Felsenböschung, die wir notwendigerweise, um weiter zu kommen, erklimmen mußten. Nach mehreren vergeblichen Kletterversuchen meinerseits, bei denen mir überdies das Mißgeschick zustieß, daß ich mir die Ferse an einem spitzigen Stein nicht unbeträchtlich verwundete, gelang es mir endlich, an einer Fackel, die mir ein Indianer von oben her entgegenstreckte, mich festhaltend den Abhang zu erklimmen. Oben angelangt setzten wir die immer beschwerlicher werdende Wanderung noch eine halbe Stunde lang fort, bis wir endlich an einem Punkte anlangten, wo der Gang sein Ende zu haben schien, beziehungsweise so eng wurde, daß man ihn nicht wohl weiter verfolgen konnte. Wir fanden hier ein kleines, mit klarem Wasser erfülltes Felsenbecken, welches unsere Indios als die Quelle des Guacharo-Flüßchens bezeichneten. Nicht weit davon entdeckte ich an einem Felsen den mit Fackelruß angeschriebenen, noch deutlich lesbaren Namen des Zoologen Wiener, der einige Jahre vor uns die Höhle besucht hatte und, wie es scheint, nächst uns am weitesten in dieselbe eingedrungen ist. Unter dem Namen befand sich, ebenfalls mit Ruß gezeichnet, eine Skizze eines kleinen Hundes nebst der Unterschrift: »Tomi.« Ich that aus Eifersucht noch zwanzig Schritte weiter in die Felsspalte hinein und trat dann mit meinen Begleitern, die dringend zur Umkehr mahnten, den Rückweg an.

Ohne von neuem den dritten Saal zu passieren, gelangten wir nun auf einem kürzeren Wege in kaum einer Stunde direkt in den zweiten Saal, in das Reich der Guacharos. Hier bot sich uns ein entzückender, feenhafter Anblick dar, der einen unvergeßlichen Eindruck bei mir zurückgelassen hat. Das Portal der Höhle tauchte nämlich plötzlich in seiner ganzen Großartigkeit, von einem wundervollen Licht erleuchtet, vor unseren Augen auf. Man kann sich keinen herrlicheren Kontrast denken als das unheimliche Dunkel der nächtlichen Höhle, in welcher die Guacharos

krächzen, und das lichte, herzerfreuende Bild des Tages, welches der von der Sonne beleuchtete Eingang mit seinen grünen Lianen und den zwitschernden bunten Vögeln darbietet. Unseren Augen, welche sich stundenlang an das falbe Licht der Fackeln gewöhnt hatten, erschien das Tageslicht wie eine grüne bengalische Beleuchtung, und hätten nicht unsere Maultiere, die vor dem Eingang angebunden waren, plötzlich laut zu wiehern begonnen, als sie unsere Stimmen vernahmen, wir hätten wirklich daran zweifeln können, ob dem vor uns liegenden Bilde nichts anderes als die natürliche Erscheinung zu Grunde liege.

Im Vorhofe der Höhle fanden wir unsere Kleider und unsere Lebensmittel wieder. Wir wuschen in dem Wasser des Guacharo-Flüßchens unseren von Kot besudelten Leib; ich selbst reinigte und verband meine Wunde, die mich jetzt lebhaft schmerzte; darauf nahmen wir mit großem Appetit ein selbstbereitetes Sancocho zu uns und machten uns dann auf den Heimweg nach Socorro. Unsere gut ausgeruhten Tiere schlugen, nachdem die bewaldete Schlucht hinter uns lag, bald einen scharfen Galopp an, und nach einer halben Stunde Reitens waren wir wieder bei unseren gastfreundlichen Wirten.

Wie entsteht die Gliederung der Insektenfühler?

Von

Dr. **Fritz Müller** (Blumenau, Brasilien).

Die Weise, in der die Fühlerglieder der Insekten sich bilden, ist, soweit mir bekannt, bisher nur bei einer Termitenart (*Calotermes rugosus* Hag.) verfolgt worden[1]. Hier haben die Fühler der jüngsten Larven neun deutlich geschiedene Glieder; das erste und zweite sind walzenförmig, letzteres dünner und bedeutend kürzer; das dritte ist etwa von der Länge des ersten, nach dem Ende sich verdickend; von dem vierten an, dem kürzesten von allen, nimmt die Länge der Glieder zu; die beiden letzten haben etwa die Länge des ersten und dritten. Die dünnen Borsten der Fühler bilden an jedem Gliede einen oberen längeren und einen unteren kürzeren Kranz, zwischen denen noch zerstreute kürzere Borsten stehen. Das dritte Glied zeigt sich anfangs nur undeutlich, später immer deutlicher durch zwei Ringfurchen in drei Stücke geteilt; nur das oberste, dickste trägt einen Borstenkranz, die beiden unteren sind borstenlos. Gegen Ende dieser ersten Altersstufe sieht man einen unter der Haut liegenden Kreis von Borsten am mittleren Stücke auftreten. Nach der

[1] Fritz Müller, Beiträge zur Kenntnis der Termiten. IV. Die Larven von *Calotermes rugosus* Hag. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaft IX. 1874. S. 241. Taf. X—XIII.

Häutung, auf der folgenden Altersstufe, erscheint dann das obere Stück des früheren dritten als kurzes viertes Glied, das mittlere als oberstes borstentragendes Stück des dritten Fühlergliedes. In gleicher Weise, durch Abschnürung neuer Glieder am Grunde des dritten, findet auch weiterhin die Vermehrung der Fühlerglieder statt, deren Zahl bei den geflügelten Tieren dieser Art auf 16 steigt. Vor der letzten Häutung finden sich 15 borstentragende Fühlerglieder, deren drittes durch eine Ringfurche in einen oberen beborsteten und einen unteren borstenlosen Abschnitt geteilt ist.

Auf Grund dieser Entwickelungsweise darf man auch an den Fühlern der Termiten Schaft und Geißel unterscheiden; ersterer besteht aus den beiden Grundgliedern, letztere aus der wechselnden Zahl der übrigen. Von der späteren Entwickelung auf die frühere innerhalb des Eies zurückschließend durfte man erwarten, daß die Geißel ursprünglich nur aus einem einzigen Gliede bestehen würde, von dessen unterem Ende sich das vorletzte abschnürt, von diesem das drittletzte u. s. w. Und wirklich sah ich im Ei einer anderen *Calotermes*-Art zu einer Zeit, wo die Beine noch völlig ungegliederte Stummel waren, die Fühler in drei deutliche Glieder (den zweigliederigen Schaft und die eingliederige Geißel) geteilt.

Das dritte Fühlerglied ist bei den Termiten nach Größe und Gestalt das wandelbarste, mag man verschiedene Arten oder die verschiedenen Stände derselben Art vergleichen. Der Grund mag einfach darin liegen, daß es, wie wir gesehen, das jüngste ist.

Bei wenigen anderen Insekten wird es so bequem sein, der allmählichen Ausbildung der Fühlergliederung Schritt für Schritt nachzugehen, wie bei diesen Termiten, bei denen man derselben Gesellschaft alle verschiedenen Altersstufen entnehmen kann und bei denen die geringe Zahl der scharf geschiedenen Fühlerglieder die Untersuchung erleichtert; ja geradezu hoffnungslos wäre der Versuch bei den Insekten mit vollkommener Verwandlung (Schmetterlingen, Haarflüglern u. s. w.), bei denen die Fühler der Puppe unter der Haut der Larve sich entwickeln. Doch stieß ich zufällig bei Untersuchung einer neuen Haarflüglergattung auf einige Thatsachen, die auch für diese Tiere auf eine ähnliche Bildungsweise der Fühlergliederung hinzuweisen scheinen.

Den durch ihre schneckenförmigen Larvengehäuse berühmt gewordenen Helicopsychen nächstverwandt und ebensolche Gehäuse bauend, unterscheidet sich diese noch unbeschriebene Gattung *Cochliopsyche* als geflügeltes Tier auf den ersten Blick durch ihre sehr langen, zarten, vielgliederigen Fühler[1], die sie von allen ihren Familiengenossen (den Sericostomatiden) entfernen und ihr ein ganz leptoceridenartiges Aussehen verleihen.

Es lag mir daran festzustellen, innerhalb welcher Grenzen die Zahl der Glieder dieser bei den Weibchen etwa 60-, bei den Männchen etwa 100gliederigen Fühler schwanke, und so zählte ich dieselben an einer

---

[1] Auch durch die Zahl der Schienenspornen (2. 2. 4 bei *Helicopsyche,* 1. 1. 2 bei *Cochliopsyche*), sowie durch verschiedene Eigentümlichkeiten der Puppe.

Anzahl abgeworfener Puppenhäute. An diesen ist das Zählen weit leichter und sicherer als an den ausgeschlüpften Tieren, bei denen die Behaarung das Zählen der Glieder sehr erschwert und nicht immer sicher zu erkennen ist, ob ein oder mehrere Endglieder verloren gegangen sind, was bisweilen schon beim Auskriechen geschieht. Die Gliederzahl schwankte bei den Fühlern der Weibchen zwischen 55 und 62, bei denen der Männchen zwischen 95 und 101; trotz dieser hohen Gliederzahl war sie in der Regel die gleiche für die beiden Fühler desselben Tieres; unter 8 Weibchen fand sich ein einziges, unter 12 Männchen fanden sich 5, bei denen der eine Fühler ein Glied mehr hatte als der andere.

In diesen Fällen ungleicher Gliederzahl zeigte sich nun, daß an dem Fühler, der ein Glied weniger hatte, das dritte Glied mindestens ebenso lang war wie das folgende, während an dem Fühler, der ein Glied mehr besaß, sowohl das dritte Glied wie das vierte bedeutend kürzer waren als die folgenden. Das dritte und vierte Glied des letzteren schienen zusammen dem dritten Gliede des ersteren Fühlers zu entsprechen und durch Teilung eines früheren längeren dritten Gliedes entstanden zu sein. Hier als Beleg (in 120tel mm ausgedrückt) die an der abgeworfenen Puppenhaut gemessenen Längen der Fühlerglieder, vom dritten an[1], für einige *Cochliopsyche*-Männchen.

I.	a.	95 Glieder:	29. 25. 29. 32. 33. 34. 35. 33. 32 . . . . . 14. 10.
	b.	95 Glieder:	33. 25. 29. 33. 33. 34. 33. 32. 31 . . . . . 14. 10.
II.	a.	95 Glieder:	36. 29. 34. 36. 37. 37. 37. 36. 36 . . . . . 17. 11.
	b.	96 Glieder:	21. 22. 31. 35. 36. 37. 36. 36. 36. 34 . . . . . 16. 11.
III.	a.	96 Glieder:	21. 21. 27. 32. 33. 34. 34. 33 . . . .
	b.	97 Glieder:	17. 17. 25. 29. 32. 32. 33. 32. 32 . . . .
IV.	a.	97 Glieder:	29. 26. 32. 35. 35 . . . .
	b.	98 Glieder:	18. 18. 26. 32. 35. 35 . . . .

In ähnlicher Weise zeigten bei einer *Helicopsyche*-Art, bei der die Zahl der Fühlerglieder zwischen 42 und 46 schwankt, die Fühlerglieder der Puppenhaut eines Männchens mit rechts 44-, links 45gliederigem Fühler vom dritten Gliede an folgende Längen:

rechts	44 Glieder:	16. 14. 16. 18. 19. 20. 20 . . . .
links	45 Glieder:	9. 10. 14. 16. 17. 18. 19. 20 . . . .

Es scheint auch in diesem Falle kaum zweifelhaft, daß das dritte und vierte Glied des rechten Fühlers dem dritten des linken entsprechen und nach Art der Termiten durch Teilung eines früher einfachen Gliedes entstanden sind.

Bei einer anderen, der verbreitetsten unserer *Helicopsyche*-Arten, mit kegelförmigem Larvengehäuse[2], welche 38 bis 42gliederige Fühler besitzt, fand ich bis jetzt stets dieselbe Gliederzahl an den beiden Fühlern desselben Tieres, aber auch hier ähnliche Verhältnisse, wie sie die Fühler der Termiten bieten. Bei diesen ist, wie schon Hagen bemerkt, die Zahl der Fühlerglieder für die einzelnen Arten »nicht ganz konstant: oft findet

[1] Die Länge der beiden ersten Fühlerglieder, die überdies hier nicht in Betracht kommt, ist an den Puppenhäuten meist nicht gut zu messen.

[2] Kosmos Bd. V. S. 395. Fig. 4.

sich eins mehr oder weniger«. Trotzdem bietet diese Zahl meist ein recht gutes Artkennzeichen, wenn man die oben geschilderte Entwickelungsweise berücksichtigt; die verschiedene Gliederzahl beruht fast immer darauf, daß eine der letzten Abschnürungen vom dritten Fühlergliede unterbleibt oder auch eine mehr als gewöhnlich eintritt, man findet daher bei überzähligen Fühlergliedern das dritte Glied kürzer, bei fehlenden länger als gewöhnlich. Wie gut diese vor mehr als zehn Jahren für die Termiten niedergeschriebenen Worte auch auf die in Rede stehende *Helicopsyche* passen, mögen die folgenden Messungen des dritten und der nächstfolgenden Fühlerglieder von zweien dieser Helicopsychen zeigen, von denen die eine 38-, die andere 42gliederige Fühler besaß.

I. 38 Glieder: 13. 10. 13. 16. 16 . . .
II. 42 Glieder: 7. 10. 10. 13. 13. 15 . . .

Ich stehe nicht an, nach den mitgeteilten Thatsachen es wenigstens für wahrscheinlich zu halten, daß bei den Haarflüglern und vielleicht bei allen Insekten die Entwickelung der Fühlerglieder in ähnlicher Weise vor sich gehe wie bei den Termiten.

Blumenau, Santa Catharina, Brazil,
26. Juni 1885.

Wissenschaftliche Rundschau.

Biologie.

Aus dem Leben arktischer Pflanzen.

Die botanische Thätigkeit der verschiedenen Polarexpeditionen der letzten Jahre war vornehmlich der Systematik gewidmet. Unsere Kenntnisse über die in den nördlichsten Regionen verbreiteten Arten wurden denn auch wesentlich erweitert, sind vielleicht gründlicher als die über die Flora vieler leichter zu bereisender Gebiete. Jede Erweiterung systematischer Kenntnisse war auch zugleich eine sehr wertvolle Förderung der Pflanzengeographie des arktischen Florenreiches, und brachten uns die vielen Forschungen auch noch nicht die Lösung der letzten und wichtigsten Frage, breitet sich auch jetzt noch über den Ursprung der arktischen Flora fast das gleiche Dunkel aus wie ehedem, so sind wir doch über das gegenseitige Verhältnis der Floren verschiedener arktischer Gebiete ziemlich aufgeklärt. Sind also auch die botanischen Ergebnisse der verschiedenen Expeditionen durchaus erfreuliche, so sind sie immerhin einseitige. Die Biologie dieser Pflanzenwelt, von der man glauben sollte, sie hätte um so eher zum Studium anregen sollen, als die außergewöhnlichen Verhältnisse, unter denen die Pflanzen in den hochnordischen Regionen leben, zum vornherein mancherlei interessante Entdeckungen zu versprechen schienen, ist noch fast ganz unbeachtet geblieben, und Kjellmann's und Aurivillius' diesbezügliche Untersuchungen, mit denen

wir im folgenden die geneigten Leser bekannt machen wollen, sind unseres Wissens nicht nur die ersten, sondern auch einzigen derartigen Versuche[1].

Die physikalischen, vor allem die thermischen Verhältnisse der arktischen Zone, die ja nunmehr für viele Punkte sehr genau festgestellt sind, lassen im allgemeinen die Richtung, nach welcher die Anpassung der hochnordischen Pflanzenwelt gehen muß, wenn sie eine passende ist, wenn sie die Pflanzen befähigen soll, siegreich aus dem Kampf um ihre Existenz hervorzugehen, erraten.

Der Engadiner pflegt scherzend zu sagen: Neun Monate Winter und drei Monate kalt. Für den hohen Norden, für die arktischen Regionen ist das Scherzwort bitterer Ernst. Drei Monate dauert der Sommer, d. h. die Jahreszeit, in welcher die mittlere Monatstemperatur nicht unter 0° liegt, und kaum deckt sich diese Sommerwärme mit der Temperatur, die wir mit dem Frühlingsanfang erwarten. Die höchste mittlere Monatstemperatur an der Spitzbergischen Nordküste, die mittlere Temperatur des Juli beträgt 4,5° C. So deckt sich also die mittlere Temperatur des Spitzbergischen Hochsommers ungefähr mit der mittleren Temperatur des März für Frankfurt. Im Juni ist sie etwas über + 1°, im August nahezu 3°, gleicht also der Temperatur, wie sie vieler Orts in Deutschland für die Monate Dezember und November als Mittel angegeben wird. Ganz abnorm sind natürlich die Wintertemperaturen. Als Monatsmittel treten zumeist die Minima unserer strengsten Winter auf. Die tiefe Temperatur ist also der die Existenz der arktischen Pflanzen beständig bedrohende Feind. Gegen sie muß diese Vegetation gefeit sein, indem sie teils dagegen unempfindlich ist, teils während des kühlen Sommers doch hinreichend schnell sich zu entwickeln vermag.

Unser Wissen über den Einfluß niederer Temperaturen auf den pflanzlichen Organismus geht genau genommen nicht viel über das Konstatieren einiger Thatsachen hinaus. Wir wissen, daß das Verhalten der Pflanzen gegen niedere Temperaturen außerordentlich verschieden ist; die Ursache der verschiedenen Widerstandsfähigkeit kennen wir nicht. Ein einziger herbstlicher Frost zerstört z. B. die Dahlien, während anderseits eine steifgefrorene *Bellis perennis* im Zimmer rasch wieder auflebt. Wiederum können wir nur konstatieren, daß im allgemeinen unsere einheimischen Pflanzen niederen Temperaturen gegenüber resistenter sind als die Kulturgewächse aus südlicheren Regionen, daß also durch die klimatischen Verhältnisse selbst ein widerstandsfähigeres Geschlecht herangezogen wurde. Daß übrigens die Pflanzen sehr rasch an niedere Temperaturen sich anpassen können, lehrt die Beobachtung, daß die bei niederen Temperaturen aufgezogenen Pflanzen tiefen Temperaturen besser widerstehen als solche gleicher Art, die z. B. im Warmhaus großgezogen wurden. Daß zwischen dem Wassergehalt der Pflanze oder des Pflanzenteiles und der Widerstandsfähigkeit gegen niedere Temperaturen bestimmte Relationen bestehen, lehrt uns ebenfalls die Erfahrung. Wasserarme Teile erfrieren weniger rasch als wasserreiche. Darauf ist die große Wider-

---

[1] Aus dem Leben der Polarpflanzen, von F. R. Kjellmann, in „Studien und Forschungen etc.“ von Nordenskiöld.

standsfähigkeit überwinternder Pflanzenteile in erster Linie zurückzuführen, wozu dann allerdings noch der Schutz durch trockene Hüllblätter, Wollhaare etc. (Knospen) kommt.

Kjellmamn's Beobachtungen lassen uns nun zwar wiederum nicht den Grund der auffallenden Widerstandsfähigkeit der arktischen Pflanzen erkennen, sie sind aber doch insofern zweifelsohne von Interesse, als sie eine Reihe von Verhältnissen konstatieren, die uns zeigen, in welch hohem Grade arktische Pflanzen ihren Lebensbedürfnissen sich angepaßt haben. Späteren Untersuchungen und Versuchen wird es vorbehalten bleiben, die den Thatsachen zu Grunde liegenden Ursachen zu erforschen.

1. Widerstandsfähigkeit gegen niedere Temperaturen. Den niederen Temperaturen, mit welchen uns die meteorologischen Beobachtungen in der arktischen Zone bekannt gemacht haben, sind die arktischen Pflanzen nicht ausgesetzt. Die Schneedecke bietet ihnen sicheren Schutz. Diese Argumentation liegt außerordentlich nahe. Die Erfahrung lehrt uns ja, daß unsere Saaten in einem schneearmen kalten Winter ungleich gefährdeter sind als in einem schneereichen. Wir wissen ferner, daß eine Reihe alpiner Pflanzen in den tiefsten Lagen ihres Vorkommens, wo der Schnee gewöhnlich rascher weicht, öfter durch Kälte leiden als in höheren Regionen. Beobachtungen Kjellmann's lehren jedoch, daß in arktischen Regionen die Schneedecke keineswegs die Pflanzen vor tiefen Temperaturen absolut schützt. Fürs erste fegt der eisige Nordwind gar oft auf weite Strecken hin den Boden schneefrei. Zweitens kühlt sich der Schnee weit stärker ab, als man a priori zu glauben geneigt ist. So führt Kjellmann folgende Beobachtungen an: Lufttemperatur — 35° C., Schnee unmittelbar unter der Oberfläche — 32° C., Schnee 26 cm unter der Oberfläche — 26° C., 35 cm unter der Oberfläche — 20° C. Ferner Lufttemperatur — 18,2° C., Schnee 30 cm unter der Oberfläche — 16,1° C., am Boden 15 cm unter dem Schnee — 15,1° C.

Auch der die Pflanzenteile umhüllende Boden bewahrt dieselben nur unbedeutend vor dem Einfluß niederer Temperaturen. Bei einer Lufttemperatur von — 26° C. wurde in einer Tiefe von 10 cm im schneefreien losen und mit Humus durchmischten Boden eine Temperatur von — 15,2° und in einer Tiefe von 14 cm von — 14,4° beobachtet. Weder der Schnee noch der Boden können also als schützende Decken gelten. Zudem genießen aber viele überwinternde Pflanzenteile und zwar gerade die die Knospen tragenden Seitenachsen, von denen in der kommenden Vegetationsperiode neue oberirdische Teile sich entwickeln, nicht einmal dieses relativen Schutzes, den Boden und Schnee gewähren, ein Umstand, welcher der Beachtung um so eher wert ist, als er durchaus nicht vereinzelt zur Beobachtung kommt. Es mögen von den zahlreichen Spezies, die Kjellmann anführt, nur nachfolgende wenige Arten, die zudem oft unter ungünstigen Ortsverhältnissen leben, Erwähnung finden: *Cardamine bellidifolia, Draba alpina, Papaver nudicaule, Cerastium alpinum, Saxifraga serpyllifolia, Catabrosa algida, Aira caespitosa.*

Wir erwarten also, daß durch äußere Anordnungen selbst diese Teile in ihrer exponierten Lage etwelchen Schutz erfahren, daß schützende

Hüllen den Knospenhüllen ähnlich sie umschließen. Doch sind nach Kjellmann solche Anordnungen nicht so allgemein, als man erwarten möchte, immerhin aber, wie uns aus seinen Darlegungen hervorzugehen scheint, weit häufiger als bei unsern einheimischen Pflanzen. Bald wird die Knospe durch besondere Hüllblätter geschützt, bald dienen die kräftig entwickelten an den Trieben zurückbleibenden Laubblätter der verflossenen Vegetationsperiode als schützende Decken. Wieder in andern Fällen sind die jüngsten Teile von stark behaarten Organen umschlossen. Es sind das allerdings Schutzmittel, welche wir nicht als spezifische den arktischen Pflanzen eigens zukommende bezeichnen dürfen. Auch bei Pflanzen südlicherer Breiten finden sie sich oft genug.

Als spezifisches Schutzmittel arktischer Pflanzen faßt Kjellmann »die bisweilen sehr dichte Bekleidung von verwelkten dürren Blättern und Blattresten« auf, welche die über dem Boden überwinternden Stammteile besitzen. Diese wirken ähnlich wie das Strohmäntelchen, das wir oft einer Kulturpflanze anlegen, um sie vor dem Winter- und Frühjahrsfrost zu schützen.

Vielen Arten fehlen nun allerdings jegliche besondern Schutzvorrichtungen. Kjellmann macht namentlich auf ein merkwürdiges Beispiel einer durchaus schutzlosen und doch äußerst resistenten Art, *Cochlearia fenestrata* R. Br. aufmerksam. Wir dürfen die diesbezüglichen Bemerkungen um so eher mit des Autors Worten wiedergeben, als sie einen Fall betreffen, der mit unsern gewöhnlichen Vorstellungen über die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen tiefe Temperaturen nicht im Einklang steht. Die geschilderte Beobachtung wurde am Überwinterungsplatz der »Vega« gemacht. ». . . . Die Kälte war sehr anhaltend und ging auf mehr als — 46° C. herab. Das fragliche Exemplar (*Cochlearia fenestrata*) wuchs auf dem Gipfel eines ziemlich hohen Sandhügels bei Pitlekaj, dem beständigen und scharfen Nord- und Nordostwind ausgesetzt. Es hatte seine Blüte im Sommer 1878 begonnen, dieselbe aber, als der Winter kam und seiner Entwickelung ein Ende bereitete, lange nicht abgeschlossen. Das florale System enthielt daher Blütenknospen in verschiedenen Entwickelungsstadien, neuerdings geöffnete Blüten, verblühte Blüten und mehr oder weniger reife Früchte. Von den Rosettenblättern fanden sich nur unbedeutend zusammengeschrumpfte Reste, aber die obern Stengelblätter waren frisch und lebenskräftig. In diesem Zustand wurde die Pflanze vom Winter betroffen und seiner ganzen Strenge ausgesetzt. Man möchte nun wohl glauben, daß sie vernichtet werden mußte und daß besonders die zarten in der Entwickelung begriffenen Blütenteile vom Frost zerstört und außer Stand gesetzt wurden, sich weiter zu entwickeln. Dies war aber nicht der Fall. Als der Sommer 1879 begann, setzte die Pflanze ihre Ausbildung von da aus fort, wo sie zu Anfang des Winters unterbrochen worden war. Die Blütenknospen schlugen aus und aus den Blattachseln der obern frischen Stengelblätter schossen neue frische Blütenstände hervor.«

Durch Beobachtungen solcher Art wird man darauf hingewiesen, den Schutz der Polarpflanzen gegen tiefe Temperaturen in ihrer innern Organisation zu suchen und anzunehmen, daß diese von einer

für diese Pflanzen eigentümlichen Beschaffenheit sei. Worin aber besteht sie? — Der Arzt »erklärt« die verschiedenen Wirkungen einer und derselben Krankheit auf verschiedene menschliche Individuen durch deren verschiedene Disposition oder Konstitution. Die Widerstandsfähigkeit dieser Pflanzen können wir zur Zeit auch nicht anders »erklären«. Untersuchungen über die Ursache derselben fehlen. Kjellmann vermutet, daß sie auf besondere Strukturverhältnisse zurückzuführen sei oder wahrscheinlicher »in einer bestimmten Qualifikation der zellularen Teile« dieser Pflanzen bestehe.

2. Entwickelung der arktischen Pflanzen während der Vegetationsperiode. Anpassung der Blütezeit und Fruchtbildung an die günstigste Temperatur kommt vor allem in der überraschend schnellen Blütenbildung zum Ausdruck. Bei Pitlekaj war es während des ganzen Juni noch sehr kühl, so daß die mittlere Junitemperatur — 0,6° betrug. Noch im ersten Drittel des Juli herrschte nach unsern Begriffen der echte Winter. Längs der Küste und weit ins Meer hinaus lagen mächtige Eismassen. Am 10. Juli war an einem steil gegen das Meer abfallenden, gegen Süden gekehrten Strandabhang und auf dem umliegenden Flachland folgendes Vegetationsbild zu beobachten: Die Weiden (*Salix arctica*, *S. boganidensis*, *S. reticulata*) sind in voller Blüte, die Birke (*Betula glandulosa*) neu belaubt und blühend. *Ledum palustre* steht vor der Blüte, *Cassiope tetragona* und *Diapensia lapponica* sind zum Teil in vollem Flor, während *Eriophorum vaginatum* zum Teil bereits abgeblüht hat. *Eriophorum russeolum* blüht. *Luzula arcuata*, *Cochlearia fenestrata*, einige Hahnenfußarten (z. B. *Ranunculus nivalis*, *R. pygmaeus*), *Saxifraga punctata*, *Cerastium alpinum*, *Potentilla parviflora* ziert der schönste Blütenschmuck und viele andere, z. B. *Aconitum napellus*, *Ranunculus Pallasii*, *Rumex arcticus* etc. stehen unmittelbar vor der Blüte. Am 17. Juli, also acht Tage nach Beginn der günstigeren Wärmeverhältnisse, blühte die ganze dortige Florula. Daß es kein Sommer, kaum ein Frühling nach unserer Vorstellung war, der die Pflanzenwelt zu neuem Leben erweckte, geht daraus hervor, daß die mittlere Lufttemperatur des Juli nur + 2,68° C. war, d. h. gleich der mittleren Februartemperatur für Frankfurt (2,6°) und 0,74° unter der mittleren Märztemperatur für Berlin.

Nicht nur das rasche Aufleben nach kaum beendeter langer Winterruhe überrascht uns. Nicht minder interessant ist das Zusammenfallen der Blütezeit all dieser verschiedenen Arten. Nur die hohe Ausbildung der Winterknospen arktischer Gewächse läßt uns diese auffallende Erscheinung klar werden. Zu Ende der Vegetationszeit, wenn nach kurzem Sommer die tiefen Temperaturen die Pflanzen zum Winterschlaf nötigen, sind in den Winterknospen die Blatt- und Blütenanlagen der Organe des künftigen Vegetationsjahres sehr oft bereits so stark entwickelt, daß die einzelnen Teile von bloßem Auge wahrnehmbar sind. So muß nicht ein größerer Teil des Vorsommers erst zur Ausbildung dieser Organe verwertet werden. In nimmer ruhender Thätigkeit hat die Pflanze im verflossenen Vegetationsjahr das ausgeführt, womit in unsern Breiten die neu erwachte Pflanze ihr Leben beginnt.

Bietet aber diese frühzeitige Blüte der Pflanze wirklich Vorteile?

Ist diese Verschiebung der Vegetationsverhältnisse für sie ein Gewinn? Infolge der Frühzeitigkeit der Blüte kann diese länger andauern, die Bestäubung, gleichgültig ob wir es mit windblütigen Arten oder mit Entomophilen zu thun haben, wird dadurch leichter ermöglicht. Sie wird wahrscheinlicher, als wenn der kurze Sommer einer stark abgekürzten Blütezeit gerufen hätte. Zudem wird das Reifen der Samen eher ermöglicht, und sofern die Keimung — wie Kjellmann für eine Reihe eigentlicher arktischer Arten glaubt annehmen zu dürfen — noch im gleichen Vegetationsjahre statt hat, kann das Keimpflänzchen zu einer solchen relativen Stärke heranwachsen, daß es gegen die kommende Unbill hinreichend geschützt ist.

Und trotzdem gelingt es nicht allen, in dem kurzen Sommer ihr Lebensziel zu erreichen. Der Winter bricht herein, wenn die Pflanze noch in kräftigem Grün steht, bei einzelnen Arten die Blüten eben noch entfaltet waren, die Früchte kaum halbreif sind, und gefährdet so nicht nur das Leben des Individuums, sondern vor allem die Erhaltung der Art. Mitten in vollster Thätigkeit wurde sie in Eisesbande geschlagen. So schildert Kjellmann eine Exkursion vom 28. September mit folgenden Worten, die uns ein treffliches Bild von dem eigenartigen herbstlichen Aussehen der arktischen Flora geben. »Alles war gefroren; aber von den gefrornen Pflanzen hatten viele frische Blätter, Blüten und der Reife mehr oder weniger nahe gekommene sowie mehrere ganz reife Früchte. Blühend waren: *Alchemilla vulgaris*, *Primula borealis*. *Polemonium coeruleum*. *Gentiana glauca*, *Potentilla parviflora*, *Stellaria humifusa*. *Cerastium alpinum*. *Elymus mollis* etc.«

Ist eine solche Lebensweise den Lebensverhältnissen entsprechend? Trägt nicht vielmehr dieses lange Hinausschieben der Vollendung der Lebensthätigkeit während des Vegetationsjahres die große Gefahr in sich, daß die Pflanze den doppelten Lebenszweck jedes Organismus, individuelle Erhaltung und Erhaltung der Art verfehlt? Diese Pflanzen sind in der That den Lebensbedingungen, unter denen sie im arktischen Florengebiet stehen, noch nicht völlig angepaßt. »Sie gehören möglicherweise der Schar derer an, die einmal in das arktische Florengebiet eingewandert sind, als die Temperaturverhältnisse etwas günstiger waren als gegenwärtig, oder vielleicht sind einige von ihnen auch solche Einwanderer aus dem Süden, welche verhältnismäßig spät in dieses Gebiet gekommen sind und sich noch nicht an die neuen Lebensverhältnisse, in die sie hier eingetreten, haben gewöhnen können, so daß sie unter vielen Mühsalen ein unsicheres Leben dahin schleppen.«

Im Zusammenhang mit der Ungunst der Lebensbedingungen, als Anpassungsform an diese, dürfte auch die bei relativ vielen arktischen Pflanzen zu beobachtende Vermehrung durch Brutknospen stehen. Auch sofern die Brutknospenbildung mit teilweiser oder völliger Unterdrückung der Blütenbildung Hand in Hand geht, wie bei einigen arktischen Gräsern (*Festuca ovina*, *Poa flexuosa*, *Aira caespitosa*), dem Knöterich (*Polygonum viviparum*), ferner einigen Steinbrechen (*Saxifraga stellaris, f. comosa*, *S. cernua*), kann zweifellos die vegetative Vermehrung als eine günstige Anpassung bezeichnet werden, und wäre es auch nur, daß

durch sie das längere Warten auf eine sicherlich oft problematische Bestäubung, dieses unbedingte Erfordernis der Samenbildung, in Wegfall käme. Wo die Lebensverhältnisse derart sind, daß der Erfolg der geschlechtlichen Vermehrung fraglich sein muß, ist sie ja das einzige Mittel, durch welches die Erhaltung der Art gesichert bleibt.

Vollkommener wird natürlich jene Pflanze den ungünstigen Lebensverhältnissen angepaßt sein, welche neben der Samenbildung die Möglichkeit der Fortpflanzung durch Brutknospen besitzt. Allerdings scheint kaum jemals eine reichliche Brutknospenbildung da beobachtet zu werden, wo unter relativ günstigen Verhältnissen die Samenbildung gesichert ist. Die Kraft reicht zur Bildung beider Fortpflanzungsorgane, der Samen- und Brutknospen, nicht hin. So wird z. B. bei *Cardamine pratensis*, ähnlich bei *Saxifraga flagellaria* nach KJELLMANN's Beobachtung an ungünstigen Standorten die Blütenbildung beschränkt und dafür treten im vegetativen System Brutknospen auf. In einzelnen Fällen, KJELLMANN nennt z. B. *Nardosmia frigida*, entstehen trotz des Mangels der Samenbildung keine Brutknospen. Durch die reichlich verzweigten Wurzelstöcke können die Seitenaxen einmal isoliert und dadurch zu selbständigen Individuen werden.

Die Verkürzung der Entwickelungsperiode zieht natürlich auch eine Materialersparnis nach sich, welche vornehmlich in der unbedeutenden Größe der Pflanze zum Ausdruck kommt. Ist sie auch an Sträuchern vor allem sehr auffallend, so betrifft sie doch, wie nachfolgende Zusammenstellung KJELLMANN's lehrt, auch die Kräuter.

Matricaria inodora	in Skandinavien	0,5—2	Fuß,	auf Nowaja Semlia	2	Zoll,
Artemisia vulgaris	» »	2—4	»	auf Waigatsch	4—5	»
Saussurea alpina	» »	1—2	»	Dicksons Hafen	2—3	»
Solidago virgaurea	» »	1—2	»	St. Lorenz-Bai	3—4	»
Pedicularis palustris	» »	0,5—1	»	» » »	2—3	»
Parnassia palustris	» »	0,5—1	»	auf Waigatsch	1	»
Epilobium palustre	» »	1—2	»	» »	2	»
Polygonum viviparum	» »	0,8—1,2	»	» Spitzbergen	2—3	»

Wir haben erwähnt, daß durch die starke Knospenentwickelung eine Vegetationsperiode in vorteilhafter Weise der andern gewissermaßen vorarbeitet. Diese Arbeitsteilung kommt noch in anderer Weise als vorteilhafte Anpassung an die besondern Lebensverhältnisse zum Ausdruck. Nicht selten dauern nicht nur die Triebe, sondern selbst die an ihnen gebildeten Blätter längere Zeit, d. h. länger als eine Vegetationsperiode. Sie bleiben trotz der Ungunst der Überwinterung lebenskräftig und lebensthätig. Diese Erscheinung ist an Sträuchern (z. B. *Diapensia lapponica*, *Loiseleuria procumbens*, *Ledum palustre*, *Cassiope tetragonum*, *Vaccinium vitis idaea*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga oppositifolia*, *Empetrum nigrum*) und Kräutern (z. B. *Saxifraga bronchialis*, *S. serpyllifolia*, *Androsace Ochotensis*) beobachtet worden.

Auch jene Fälle, wo die Blätter überwintern, ohne sich im folgenden Vegetationsjahr als lebenskräftige Assimilationsorgane zu erweisen, haben wir doch als günstige Anpassungen aufzufassen. Solche Blätter

besitzen z. B. *Saxifraga hieracifolia*, *S. nivalis*, *Armeria sibirica*, *Cochlearia fenestrata* etc. Sie dienen wohl nicht nur als schützende Hüllen junger Teile. Wahrscheinlich kommt ihnen als Organen der Stoffspeicherung größere Bedeutung zu. Sie sind die bleibenden Vorratskammern, die einen Teil des Materials, das die Pflanze im vorigen Vegetationsjahr bildete, ins neue hinübertragen, um es zur Zeit des stärksten Stoffverbrauchs als willkommene Zuthat zu dem abzugeben, was sich die Pflanze selbst schafft. Allerdings wird man die Frage aufwerfen: Wird denn in dieser verkürzten Vegetationsperiode irgend einmal mehr Stoff gebildet werden, als zum direkten Verbrauch nötig ist. Indem wir mit Hilfe der Untersuchungen Kjellmann's diese Frage beantworten, wird uns zugleich die Gelegenheit gegeben, auf den einzigen günstigen Faktor in den Lebensbedingungen arktischer Pflanzen hinzuweisen. Im arktischen Sommer ist der Wechsel von Tag und Nacht sistiert. Das beständige Licht gestattet also nach der Theorie eine ununterbrochene Assimilation. Kjellmann hat den Einfluß des ununterbrochenen Lichtes durch verschiedene Experimente mit gleichem Resultat bestimmt. Die dauernd beleuchteten Individuen seiner Kulturen zeigen durchschnittlich etwa das doppelte Gewicht derer, die abwechselnd 12 Stunden beleuchtet und 12 Stunden vom Licht abgeschlossen wurden. Die ununterbrochene Sonnenbestrahlung dürfte also neben der erworbenen Widerstandsfähigkeit gegen niedere Temperaturen, neben den eigenartigen Verschiebungen der Thätigkeit in der Vegetationsperiode, der Arbeitsteilung, die während der ersten Vegetationsperiode schon für die zweite vorbaut, ein wesentlicher Faktor sein, der das Pflanzenleben in jenen unwirtlichen Gegenden überhaupt ermöglicht.

3. Die Befruchtung der arktischen Pflanzen durch Insekten. Im vorhergehenden wurde bereits als eine Folge der Ungunst äußerer Verhältnisse das relativ häufige Auftreten der vegetativen Vermehrung betont, die unter Umständen selbst auf Kosten der geschlechtlichen Fortpflanzung zur Ausbildung gelangt. Eine andere ebenfalls auf die Fortpflanzung der arktischen Pflanzen bezügliche Frage: Wie wird die geschlechtliche Vermehrung vermittelt? ist ebenfalls in den Kreis der biologischen Betrachtungen hineingezogen worden[1].

Den Lesern des »Kosmos« ist aus den zahlreichen hervorragenden Arbeiten Herm. Müller's genügend bekannt, welch große Bedeutung die Insekten als Vermittler der Befruchtung spielen. Sie kennen auch das von Darwin aufgestellte Axiom, daß eine während vieler Generationen fortgesetzte Selbstbestäubung eine derartige Schwächung der Art nach sich zieht, daß sie im Kampf ums Dasein untergehen muß. —

Wie wird nun diese Wechselbeziehung zwischen »Blumen« und Insekten an den arktischen Arten zum Ausdruck kommen müssen? — Fehlen den arktischen Gegenden die Insekten, welche als Vermittler der Bestäubung gelten können, dann wird sich entweder die ganze arktische Flora aus Windblütlern zusammensetzen müssen oder wir beobachten sich selbst bestäubende Pflanzen. Eine derartige Beobachtung

[1] Vergl.: Das Insektenleben in arktischen Ländern, von Christopher Aurivillius, in Nordenskjöld's „Studien und Forschungen“.

würde das oben angeführte Axiom Darwin's der allgemeinen Bedeutung, die man ihm gegenwärtig beilegt, berauben. Werden aber auch in arktischen Gebieten blumenbesuchende Insekten gefunden, so ist auch das Vorhandensein entomophiler Pflanzen wahrscheinlich. Unter den Entomophilen selbst werden aber bekanntlich verschiedene Anpassungsstufen an Fremdbestäubung durch Insekten beobachtet. Für bestimmte Arten sind die Schmetterlinge vorwiegend die Vermittler der Befruchtung; andere sind den *Hymenoptera*, wieder andere den *Diptera* angepaßt. Sind die blumenbesuchenden Insekten in gleichem Verhältnis repräsentiert, so erwarten wir, daß die verschiedenen Gruppen der Entomophilen, die Schmetterlings-, Bienen- und Fliegenblumen, ebenfalls in ungefähr gleichem Verhältnis sich finden. Mit dem mehr oder weniger starken Überwiegen der einen oder andern Insektenabteilung wird — die Realität der von den Begründern und Anhängern der modernen Blumentheorie behaupteten Beziehungen zwischen Blumen und Insekten vorausgesetzt — auch jeweilen jene Gruppe von Pflanzen vorherrschen müssen, deren Blütenmechanismus auf die Bestäubung durch Vermittelung jener betreffenden Insektenabteilung hinweist.

Wie früher die Meinung verbreitet war, daß im arktischen Gebiet keine Pflanzen existieren könnten, so herrscht gegenwärtig noch vielfach die Ansicht, daß die in andern Breiten so arten- und individuenreiche Insektenwelt in den hochnordischen Regionen keine Heimat hätte. Aurivillius' Zusammenstellung korrigiert nun in überraschender Weise diese Vorstellung. Selbst in hochnordischen Gebieten gibt es noch Vertreter fast aller Insektenordnungen, wenn auch allerdings das gewaltige Heer auf ein kleines Häuflein zusammenschmilzt. Daß aber auch jetzt noch die mangelhafte Untersuchung an der gar kleinen Zahl der Insekten in diesen und jenen Teilen des arktischen Florenreiches die Schuld trägt, wird durch die relativ große Zahl, welche für die besser untersuchten Gebiete, das arktische Skandinavien und Asien angegeben wird, wahrscheinlich. Wir geben nachfolgend eine kurze Übersicht der Ordnungen wieder.

	Arkt. Skandinavien	Arkt. Asien	Arkt. Amerika		Island	Grönland	Now. Semlja	Spitzbergen
			Festland	Inseln				
1. *Collembola* . . .	20	12	—	4	6	9	15	5
2. *Orthoptera* . .	11	—	—	—	—	—	—	—
3. *Pseudoneuroptera*.	38	3	—	—	2	2	1	—
4. *Neuroptera* . .	79	20	1	2	9	3	3	1
5. *Coleoptera* . . .	644	338	41	5	82	21	16	—
6. *Hemiptera*. . .	118	38	4	2	8	4	—	1(?)
7. *Diptera* . . .	883	120	4	28	110	75	81	49
a. Mücken . .	161	—	1	16	—	27	33	29
b. Fliegen . .	722	—	3	12	—	48	48	20
8. *Hymenoptera* . .	407	60	15	16	69	30	46	13
Apidae . . .	11	5	5	7	1	3	3	—
9. *Lepidoptera* . .	396	75	18	27	33	27	9	1
Summa . .	2596	667	83	84	319	174	171	70

Allerdings kann ja nicht die Gesamtheit dieser Arten, sofern es sich um die Feststellung der Beziehungen zwischen Blumen und Insekten handelt, in Betracht kommen. Sind doch in der Hauptsache die »Blumeninsekten« Angehörige der drei letzten Ordnungen, der *Diptera*, *Hymenoptera* und *Lepidoptera*. Um so interessanter sind die Zahlen, welche uns den prozentischen Anteil der einzelnen Ordnungen an der Insektenfauna verschiedener arktischer Gebiete erkennen lassen.

	Arkt. Skandinavien	Arkt. Asien	Arkt. Amerika Festland	Arkt. Amerika Inseln	Island	Grönland	Now. Semlja	Spitzbergen
	%	%	%	%	%	%	%	%
1. *Collembola* . .	0,7	1,8	0	4,8	1,9	5	8,3	7,2
2. *Orthoptera* . .	0,4	0	0	0	0	0	0	0
3. *Pseudoneuroptera*.	1,5	0,4	0	0	0,6	1,1	0,6	0
4. *Neuroptera* . .	3	3	1,2	2,4	2,8	1,7	1,7	1,4
5. *Coleoptera* . .	25,1	50,7	49,3	5,9	25,5	13	9,3	0
6. *Hemiptera* . .	4,5	6,7	4,8	2,4	2,5	2,3	0	1,4
	35	62	55	15	33	23	20	10
7. *Diptera* . . .	34	18	4,8	33	34,6	42,4	47,4	70
8. *Hymenoptera* . .	15,6	9	18	19	21,7	17,5	27	18,6
9. *Lepidoptera* . .	15,3	11	21,5	32	10,4	17	5,2	1,4
	65	38	45	84	67	77	80	90

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß im allgemeinen mit der geographischen Breite jene Ordnungen relativ rascher abnehmen, welche als Vermittler der Befruchtung entweder gar keine oder doch nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Unter den Blumeninsekten herrschen fast durchgängig die *Diptera* bedeutend vor, so daß in Spitzbergen sogar 70% der ganzen Insektenfauna auf diese Ordnung fallen. Wir erwarten also auch, daß auf Spitzbergen unter den Entomophilen die »Fliegenblumen« bedeutend vorherrschen werden. Unsere Tabellen (wir sehen im nachfolgenden vom arktischen Asien und Amerika ab) sagen uns ferner, daß die an die Bestäubung durch *Diptera* angepaßten Blumen auch in den übrigen Gebieten vorherrschen müssen, wenn auch in weniger entschiedener Weise als in Spitzbergen.

Aurivillius hat nun folgende Tabelle über die Gruppierung der Pflanzen nach dem Bestäubungsmodus zusammengestellt, in welcher unserem Dafürhalten nach die unzweideutigste Antwort auf die Frage der Beziehungen zwischen Insekten und Blumen gegeben ist. Zum Vergleich werden auch die Relationen in einem nicht arktischen Gebiet herangezogen (I. Reihe).

	Schonen	Finnmark	Island	Grönland	Now. Semlja	Spitzbergen
Phanerogamen	1039	501	349	353	185	116
Windblütler	25,5%	33%	38%	38,8%	32,4%	37%
Pollenblütler	4,5	1,5%	2,3%	0,9%	0,8%	1,3%
Honigblütler						
a. Fliegenblumen . . (Honig offen oder wenig verborgen.)	36,2	41,6	52,6	51	59,2	73,7
b. gemischte Blumen (Honig verborgen, doch für die besser entwickelten Insekten zugänglich.)	32,3	33,4	25,3	25,9	26,4	16,5
c. Bienen- und Hummelblumen . . .	21,3	17	17	17,6	11,2	8,2
d. Schmetterlingsblumen	5,7	2,8	6,5	4,6	2,4	1,3

Als erste Anpassung an die Lebensbedingungen der arktischen Gegenden beobachten wir das stärkere Auftreten der windblütigen Pflanzen, die in der arktischen Zone durchschnittlich um 10% stärker vertreten sind als in den unmittelbar südlicher gelegenen Zonen. Im übrigen entspricht das Verhältnis, in welchem die Entomophilen vorkommen, im allgemeinen dem Verhältnis der die Bestäubung vermittelnden Arten.

Die Anpassung an die besonderen Lebensbedingungen scheint aber noch in anderer Weise zum Ausdruck zu kommen. Aurivillius hält wenigstens dafür, daß die zwei in Spitzbergen vorkommenden Arten der Gattung *Pedicularis* (*P. hirsuta* und *P. lanata*), deren Vertreter in unsern Breiten Hummelblumen sind, die zum Teil der Bestäubung durch diese Insekten so vollkommen angepaßt sind, daß eine Selbstbestäubung unmöglich ist, sich selbst bestäuben. Die Thatsache, daß beide Arten mit reifen Früchten häufig gefunden worden sind, daß die Hummeln in Spitzbergen fehlen und daß Nathorst nie Insekten an ihnen beobachtet haben will, sprechen ja allerdings für diese Selbstbestäubung. Aurivillius legt selbstverständlich auf diese Beobachtung großen Wert. »Dieselben (die beiden *Pedicularis*-Arten) zeigen nämlich, daß eine Art sich wirklich durch unzählige Generationen mittels Selbstbefruchtung fortpflanzen kann und dennoch nicht in einem Kampf ums Dasein, der als ziemlich hart betrachtet werden muß, unterliegt.« —

Die Arbeiten, deren wichtigste Resultate wir wiedergaben, bilden zwar nur einen Anfang zu einer Biologie der arktischen Pflanzen, stellen aber insofern zugleich wertvolle Beiträge zur Entwickelungstheorie dar, als sie überall eine durch den Kampf um die Existenz herangezogene vorteilhafte Anpassung an die besondern Lebensbedingungen erkennen lassen.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Zoologie.

Die Augen der Chitoniden.

Daß Augen auch an andern Körperteilen als am Kopfe stehen können, ist eine zwar den Zoologen von Beruf hinlänglich bekannte, aber weiteren Kreisen wahrscheinlich noch keineswegs geläufige Thatsache. Es gibt in Wirklichkeit kaum eine Stelle der Körperoberfläche, welche nicht bei dem einen oder andern Tier der Sitz eines Sehorganes wäre. Bei den Quallen treffen wir die Augen am Rande der Scheibe, bei den Seesternen an der Spitze der Arme. Bei den Würmern stehen sie zwar meist am Kopfe; die zu den Sabelliden gehörige Gattung *Branchiomma* trägt aber an der Spitze jeder der zarten Federn ihres Kiemenkranzes ein Auge; beim Palolowurm stehen sie wie eine Reihe von Knöpfen längs des Bauches, bei der kleinen Sabellide *Fabricia* sogar am Hinterende des Körpers, zu beiden Seiten des Afters. Bei den Krebsen kommen bauchständige, nämlich in der Basis der Beine befestigte Augen, bei der Gattung *Euphausia* vor. Unter den Mollusken entbehren die Lamellibranchier der Kopfaugen gänzlich; dagegen ist bei einigen Formen, wie *Pecten* und *Spondylus*, der Mantelrand mit zahlreichen Augen besetzt. Bei den Gastropoden gehören Augen zu den typischen Organen des Kopfes, die nur bei einzelnen rückgebildeten Formen, wie *Tethys*, fehlen. Vor einigen Jahren hat SEMPER die Entdeckung gemacht, daß gewisse *Onchidium*-Arten außer den typischen Kopfaugen noch eine große Menge von Augen auf dem Rücken besitzen. Einen höchst interessanten und überraschenden Fund ähnlicher Art hat nun in jüngster Zeit der als einer der Gelehrten des »Challenger« auch außerhalb des Kreises seiner Fachgenossen bekannte englische Zoologe MOSELEY gemacht[1]. Bei Betrachtung eines *Schizochiton incisus* bemerkte er auf den Schalen regelmäßige Querreihen von rundlichen, stark lichtbrechenden Körpern, die ihm den Eindruck machten, als wären es Augen. Eine nähere Untersuchung bestätigte diese Ansicht rasch, und nun gelang es mit leichter Mühe, auch bei vielen andern Chitonen solche Augen nachzuweisen. Augen mitten in der harten Kalkschale eines Mollusks! Das ist in der That eine Stelle, wo man sie kaum erwartet haben sollte! Und doch ist es wohl nur einem Umstande zuzuschreiben, daß diese Augen bisher unbekannt geblieben sind, nämlich dem, daß die Gattung *Chiton* im engern Sinne, welcher die meisten europäischen Chitoniden angehören, derselben gänzlich entbehrt. Denn der feinere Bau der Chitonschalen ist schon vor MOSELEY der Gegenstand genauerer Untersuchungen gewesen, die zu merkwürdigen Resultaten geführt hatten. Im Jahre 1869 veröffentlichte W. MARSHALL eine kleine Abhandlung unter dem Titel »Note sur l'histoire naturelle des Chitons« im 4. Bande der Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles, aus der hervorging, daß die Chitonschalen eine Struktur besitzen, durch die sie sich

[1] „On the presence of eyes in the shell of certain Chitonidae, and on the structure of these organs.“ in: Quart. Journ. Microsc. Science. 1885. Januar. pag. 26. Mit 3 Tafeln.

von denen aller übrigen Mollusken in der auffälligsten Weise unterscheiden. Dieselben sind nämlich von einem komplizierten Kanalsystem durchzogen. Von den Rändern und gewissen Teilen der Unterfläche her treten ziemlich starke Kanäle in die Schale hinein, dringen durch die untere Schicht derselben, das sogenannte Articulamentum hinauf, um sich eine Strecke weit längs der Oberfläche dieser Schicht hinzuziehen, und entsenden dann nach MARSHALL's Schilderung in ziemlich regelmäßigen Abständen etwas engere Kanäle, die senkrecht durch die obere Schicht, das Tegmentum, emporsteigen und zuletzt eine Anschwellung erzeugen, von der wiederum noch feinere, an der Oberfläche der Schale in engen Poren ausmündende Kanälchen ausgehen. MARSHALL erkannte auch schon, daß dies Kanalsystem von einem weichen Gewebe erfüllt ist, wahrscheinlich Fortsätzen des Mantels.

Wenige Jahre später hat dann J. F. VAN BEMMELEN aufs neue eine Untersuchung der Chitonschale unternommen und die Ergebnisse in einer Schrift »Over den bouw der schelpen van Brachiopoden en Chitonen« (Leiden, E. J. Brill, 1882) niedergelegt. Dieser Autor gibt eine eingehendere Schilderung der Weichteile, die das von MARSHALL beschriebene Kanalsystem ausfüllen. Er zeigt zunächst, daß dieselben wirklich Fortsätze des Mantelepithels sind, und zwar nicht Röhren, wie sein Vorgänger angenommen hatte, sondern solide Stränge, in denen man hier und da Kerne erkennt. In den ampullenartigen Anschwellungen wird das Verhalten recht kompliziert, doch kann man sich nach Text und Figuren keine ganz klare Vorstellung von dem wirklichen Bau dieser Teile bilden. Die Abbildung zeigt eine Anzahl wurstförmiger Körper mit teils homogenem, teils körnigem, teils gefärbtem, teils ungefärbtem Inhalt. Als ein wichtiges Ergebnis dieser Untersuchung ist aber noch zu erwähnen, daß VAN BEMMELEN erkannt hat, daß von der Anschwellung außer den feinen gestielten seitlich gelegenen Fortsätzen ein mittlerer breiter ausgeht, und ferner, daß alle an ihrem freien Ende von einem hellen chitinösen Käppchen oder Knöpfchen bedeckt sind.

Die wahre Natur dieser Weichteile der Schale ist aber weder durch MARSHALL's noch durch VAN BEMMELEN's Untersuchung aufgedeckt worden. Hierüber Klarheit zu schaffen, war MOSELEY vorbehalten; wenigstens hat er zum erstenmal eine Ansicht darüber ausgesprochen, die mit den bisher erlangten Kenntnissen über den Bau dieser Teile gut im Einklang steht, wenn auch die Beobachtungen noch nicht so vollständig sind, daß man schon ein letztes Wort in dieser Frage sprechen könnte. Danach haben wir in den Weichteilen, welche die Poren der *Chiton*-Schale erfüllen, Sinnesorgane nebst den von ihnen ausgehenden Nerven zu erkennen, und zwar Sinnesorgane von zweierlei Art, die in ihrer feineren Struktur einander ähnlich sind, aber durch ungleiche Größe sich von einander unterscheiden. Die größeren dieser Organe nehmen die ampullenartig erweiterten Endabschnitte des von MARSHALL entdeckten Kanalsystemes ein; der von VAN BEMMELEN aufgefundene mittlere breite Fortsatz entspricht ihrem frei an die Schalenoberfläche tretenden Ende. Die kleineren erfüllen die feinsten Endkanälchen. MOSELEY schlägt in ganz zweckmäßiger Weise für diese Sinnesorgane, deren Funktion natürlich

nicht mit Sicherheit zu ermitteln ist — unser Verfasser selber ist geneigt, ihnen Tastfunktionen zuzuschreiben — besondere Namen vor: er bezeichnet die großen als »Megalaestheten«, die kleinen als »Mikraestheten« und entsprechend die großen Poren der Schale, aus welchen sie an den Tag treten, als »Megaloporen«, die kleinen als »Mikroporen«. Für die gegenseitigen Lagerungsbeziehungen dieser Gebilde ergibt sich aus MOSELEY's Untersuchungen die Regel, daß ein »Megaloporus« resp. eine »Megalaesthete« den Mittelpunkt einer größeren oder kleineren Gruppe von »Mikroporen« resp. »Mikraestheten« bildet. Über die histologische Zusammensetzung dieser Organe vermag uns MOSELEY noch keinen ganz befriedigenden Aufschluß zu geben, da er seine Beobachtungen nur an konserviertem Material anstellen konnte. Doch erfahren wir die eine wichtige Thatsache, daß die Gewebsstränge, welche die Kanäle erfüllen, Nervenfasern enthalten. Die zuerst von VAN BEMMELEN beschriebenen chitinösen Endknöpfe lassen eine höchst komplizierte Struktur erkennen: sie gehen alle in eine flache Scheibe aus, auf der man konzentrische Ringe wahrnimmt, und auch an den Seiten sieht man Querlinien sie umziehen. Solche Sinnesorgane hat MOSELEY bei allen Chitonidenarten angetroffen, die er untersuchte; selbst bei *Chitonellus*, wo die Tegmenta der Schalen in hohem Grade reduziert sind, hat er sie nicht vermißt, sogar Megalaestheten und Mikraestheten unterschieden gefunden.

Dagegen sind nicht allen Chitoniden diejenigen Sinnesorgane eigen, um derentwillen wir uns in erster Linie mit einer genaueren Betrachtung der *Chiton*-Schale befaßt haben, deren Entdeckung in der That MOSELEY allein den Anstoß zu seiner Untersuchung gegeben hat, nämlich die Augen. Vielmehr fehlen dieselben z. B., wie es scheint, allen Arten der Gattung *Chiton* im engeren Sinne, und da die meisten Chitoniden der europäischen Meere dazu gehören, so erklärt es sich leicht, daß diese Gebilde bis jetzt den Forschern haben unbekannt bleiben können. MOSELEY zählt als augenlose Gattungen ferner *Molpalia*, *Maugina*, *Lorica*, *Ischnochiton* und *Chitonellus* auf. Dagegen fand er Augen bei *Schizochiton*, *Acanthopleura*, *Corephium*, *Enoplochiton*, *Tonicia* und *Ornithochiton*.

Die Augen liegen wie die Megalaestheten und Mikraestheten in der äußern Oberfläche der Tegmente, und zwar bald in regelmäßiger Anordnung, vorwiegend auf den sogenannten Nahtlinien der Schalen, bald in unregelmäßiger Verteilung. Ihre Zahl ist häufig eine ganz außerordentlich große: bei einem großen Exemplar von *Corephium aculeatum* schätzt MOSELEY die Zahl der vollständig ausgebildeten und wohlerhaltenen Augen der Vorderschale allein auf 3000, die der übrigen sieben Schalen auf mindestens 8500; außerdem waren aber noch viele auf den älteren Teilen der Schalen durch Algen und Tiere zerstört.

Äußerlich sind die Augen sichtbar als kreisrunde oder ovale, stark lichtbrechende Flecke, welche den durchsichtigen, uhrglasförmig gewölbten Corneae entsprechen. Jede Cornea schließt eine birnförmige Augenkapsel, die von einer dunkel pigmentierten, festen Membran umgeben ist und sich nach innen zu in einen Kanal fortsetzt, welcher den Sehnerv enthält. Etwas hinter der Cornea liegt eine vollkommen durchsichtige und hyaline stark bikonvexe Linse, an deren Vorderfläche sich die pigmentierte Kapsel

so anlegt, daß sie eine Art Iris mit kreisförmiger Pupille bildet. Den Grund des Augapfels kleidet die Retina aus, eine einfache Zellschicht, mit welcher der Sehnerv sich ganz in der Weise verbindet wie in den Gastropodenaugen, d. h. indem er von der Außenseite her an sie herantritt. Die Rückenaugen der Chitoniden gleichen also in dieser Beziehung nicht, wie man hätte vermuten können, den Rückenaugen der Onchidien, bei denen der Sehnerv ins Augeninnere eintritt, um sich von vorn her mit den Retinazellen zu verbinden. Nach Moseley's Schilderung wäre die Retina aus Stäbchen zusammengesetzt, deren jedes einen deutlichen Kern zeigt; indessen kann man doch wohl dieser Auffassung kaum beipflichten. Stäbchen sind niemals Zellen, sondern entweder besonders modifizierte Teile von Zellen oder Cuticularerzeugnisse solcher. Sind die von Moseley als Kerne gedeuteten Gebilde wirklich Kerne, so ist es das wahrscheinlichste, daß unser Verfasser an dem konservierten Material die eigentlichen Stäbchen, welche ja gewöhnlich außerordentlich hinfällig sind, nicht mehr in erkennbarer Form angetroffen hat, sondern nur die eigentlichen Retinazellen.

Von großer Wichtigkeit ist das Verhalten des Sehnerven zu den Nerven der übrigen Sinnesorgane, indem nämlich daraus hervorgeht, daß jedes Auge sich in dieser Beziehung wesentlich ebenso verhält wie eine Megalaesthete. Es erhält selbst den Sehnerv aus dem gemeinsamen Nervenplexus der Schale, und von ihm gehen vor seinem Eintritt in die Retina nach allen Seiten feinere Nerven ab, welche die in der Umgebung des Auges stehenden Mikraestheten versorgen. Es ist darum gewiß berechtigt, wenn Moseley annimmt, daß die Augen durch Umwandlung und Differenzierung von Megalaestheten entstanden seien.

Während des Wachstums der Schalen entstehen an dem zum Gürtel gewendeten Rande der Tegmenta immer neue Augen, so daß man hierin ein Mittel hat, die Bildung derselben auch am fertigen Tiere zu verfolgen. Nach Moseley's Beobachtungen entsteht zuerst eine halbmondförmige Falte der pigmentierten Augenkapsel; diese wird allmählich hufeisenförmig und schließt sich endlich zur Bildung der Pupille kreisförmig. Darauf treten die Linse, die Cornea und Spuren der nervösen Elemente auf, bis zuletzt alle diese Teile in einen Kanal eingeschlossen werden.

Bremen. Dr. J. W. Spengel.

Nachschrift. — In seinen vor kurzem erschienenen Studien über »die Wirbellosen des Weißen Meeres« (Leipzig, W. Engelmann) erwähnt Nicolas Wagner (p. 46) eine kleine *Turbo*-Art, welche dadurch bemerkenswert ist, daß »auf der Rückenseite des Fußes von jeder Seite sechs lange, dünne Fühler hängen, an deren Basis sich ein entwickeltes, leicht erkennbares Auge befindet«.

Botanik.

Die phytogeographische Stellung der Flora der kanarischen Inseln[1].

Die kanarische Flora zählt ungefähr 1220 Spezies (Phanerogamen und Gefäßkryptogamen). Mehr als ein Drittel dieser Flora (420 Spezies) sind durch Kultur teils direkt, teils unfreiwillig eingeführte Arten. Es sind die Unkräuter der Getreidefelder, die Flora der Wege, Wegränder u. s. f., Pflanzen, die zum größten Teil dem Süden Europas angehören, in einigen Arten aber auch als Teil der tropischen Flora erscheinen. Vor allem sind es Arten der Familien der Gramineae, Compositae, Papilionaceae, Cruciferae und Ranunculaceae, welche diesen Bestandteil der kanarischen Flora rekrutieren.

Familie Gramineae:

Bromus . . . . . 3 Spezies
Poa . . . . 3 »
Avena . . . . . 3 »
Panicum . . . . . 4 »
Phalaris . . . . . 6 »

Familie Compositae:

Crepis . . . . . . 3 Species
Senecio . . . . . 4 »
Filago . . . . . 3 »
Anthemis . . . . . 3 »

Familie Papilionaceae:

Ornithopus . . . . 3 Spezies
Scorpiurus . . . . 3 »
Lathyrus . . . . 6 »
Vicia . . . . . . 10 »
Trifolium . . . . 15 »
Melilotus . . . . . 2 »
Medicago . . . . . 9 Spezies
Ononis . . . . 4—5 »

Ordnung Cruciflorae.

1. Familie Cruciferae:

Senebiera . . . . 2 Spezies
Lepidium . . . . 2 »
Raphanus . . . . 2 »
Sinapis . . . . . 4 »
Sisymbrium 3

2. Familie Fumariaceae:

Fumaria . . . . . 4 Spezies

3. Familie Papaveraceae.

Glaucium . . . . 2 Spezies
Papaver . . . . . 5 »

Familie Ranunculaceae:

Adonis . . . . . . 3 Spezies
Ranunculus . . . . 6 »
Delphinium . . . . 3 »

So bleiben also 806 einheimische Arten, von welchen mehr als die Hälfte (414) endemische, den kanarischen Inseln eigentümliche Arten sind. Es ist dieses Verhältnis der endemischen zu den mit kontinentalen Formen identischen Spezies ein geradezu überraschendes. Denn wenn wir auch Inseln kennen[2], in deren Flora der Endemismus noch stärker ausgeprägt ist, so erwarten wir doch bei der relativen Nähe des Kontinentes einen stärkern Einfluß der kontinentalen Flora, als er in Wirklichkeit beobachtet wird.

---

[1] Wir folgen in unserem Referate der ausgezeichneten Abhandlung von Dr. H. Christ: Vegetation und Flora der kanarischen Inseln, in Engl. bot. Jahrb. Bd. VI. Heft V.

[2] Nach Engler sind 74,9% der Flora der Sandwichsinseln endemische Arten.

Ein Vergleich sowohl der identischen wie der endemischen Arten mit der Pflanzenwelt anderer Florengebiete läßt uns folgende Beziehungen erkennen:

Den hervorragendsten Anteil an der kanarischen Flora hat die mediterrane. Vor allem sind es die südlichsten Elemente dieser Flora, Formen des Saharарandes, Nordägyptens und Arabiens, welche in großer Zahl unter den identischen Arten wiederkehren, immerhin nur so, daß nicht mehr denn 13 % der Flora von Marocco auf den kanarischen Inseln angetroffen werden. Entschieden merkwürdiger, fast befremdend ist das Vorkommen einer Reihe mitteleuropäischer Pflanzen, welche in der Waldregion der Kanaren auftreten. CHRIST führt folgende Spezies an: *Pteris aquilina, Blechnum Spicant, Athyrium filix femina, Aspidium aculeatum, Cystopteris fragilis, Polypodium vulgare, Brachypodium silvaticum, Calamintha Nepeta, C. officinalis, Origanum vulgare, 3 Menthae, Erythraea Centaurium, Pyrus Aria, Rosa canina, Fragaria vesca, Epilobium angustifolium, Carex paniculata, Cerastium arvense, Moehringia pentandra, Viola silvestris, V. odorata, Aquilegia vulgaris.*

Nicht nur in der großen Zahl der mediterranen Pflanzen, sondern auch in der Verwandtschaft sehr vieler endemischer Arten zu mediterranen Spezies zeigt sich der Einfluß der Pflanzenwelt des Mittelmeeres auf die der kanarischen Inseln.

Zunächst äußert sich der Endemismus darin, daß eine Reihe von Formen auftreten, die zwar von mediterranen Arten noch nicht spezifisch verschieden sind, immerhin aber als charakteristische Varietäten erscheinen. *Delphinium Consolida, Reseda luteola, Vicia sativa, Hedera Helix, Gnaphalium luteo-album, Myosotis silvatica, Mentha silvestris, Arum italicum, Asparagus albus* u. s. f. treten in solchen Anfängen zu endemischen Arten auf.

Eigentümlich und überaus lehrreich sind jene endemischen Arten, welche in ihrer Abweichung von den nächstverwandten mediterranen Pflanzen einen ganz bestimmten Zug erkennen lassen. »Dieser gemeinsame Zug, der sich über Gruppen sehr verschiedener Familien erstreckt, besteht vor allem in einer gesteigerten Entwickelung. Kräuter haben auf den Kanaren analoge endemische Vertreter, deren Dimensionen größer sind, die sich mächtiger entfalten. Vornehmlich aber berührt diese höhere Entwickelung den Stamm. Formen, die im Mittelmeergebiet krautartige Stauden sind, haben auf den Inseln analoge Formen mit wahrem, meist gabelteiligem oder wirteligem Holzstamm, der in der Regel geringelt und mit Blattnarben bezeichnet ist; und Formen, welche bereits auf dem Kontinent Sträucher sind, vergrößern sich hier zu Bäumen. Die volle Eigentümlichkeit der kanarischen Flora stellt sich jedoch erst dann dar, wenn dicke fleischige Zweige an ihren Enden echte Blattrosetten oder doch sehr genäherte, gebüschelte Blätter tragen und wenn auch die Infloreszenzen zwar vereinzelt, aber um so reicher verästelt und um so reichblütiger auftreten.«

Als vergrößerte Kräuter und Staudenformen mediterraner Pflanzen sind z. B. aufzufassen: *Asplenium anceps* SOL.; korrespondierende Art des mediterranen Florengebietes. *A. Trichomanes. Aspidium elongatum* AIB. *A. Filix mas. Ixanthus viscosus* PRIS., habituell sich *Chlora* anschließend.

Vergrößerte Baum- und Strauchformen sind z. B.

Phönix Jubae. *Phönix dactylifera* nahe stehend.

Laurus canariensis Webb. Hochstämmiger *Laurus.*

Centaurea arborea Webb. Strauch.

Rumex Lunaria L., eine mannshohe Strauchform, mit *R. scutatus* nächst verwandt.

Plantago arborescens Pois. Meterhoher Strauch.

In außerordentlichem Formenreichtum treten eine Reihe von endemischen Arten auf, die habituell den Crassulaceae des Kaplandes sich nähernd, durch den Blütenbau sich als nahe Verwandte des Genus *Sempervivum* zu erkennen geben. Strauch- und zwergbaumartige Stammbildungen begegnen uns bei verschiedenen Arten des Genus *Echium.*

Endlich müssen wir jene in ihrem äußern Aussehen an *Ephedra*-Formen erinnernden endemischen Spezies erwähnen, die alle durch außerordentliche Reduktion der Blätter ausgezeichnet sind. Dahin gehört z. B. ein *Sonchus*, dessen haarfein zerteiltes Fiederblatt auf die Nerven reduziert ist, besenartige Winden u. s. f.

Diese eigentümlichen Formen sind uns deshalb von so hervorragender Bedeutung, weil sie unserem Dafürhalten nach schlagend beweisen, daß den veränderten Lebensbedingungen bei der Umbildung eines Pflanzentypus eine hervorragende Rolle zukommt. Denn die Ursache dieses zum Teil fremdartigen Habitus vieler endemischer Arten verglichen mit ihren Verwandten der mediterranen Flora haben wir zweifellos in den besondern klimatischen Verhältnissen zu suchen. Die Temperatur, welche auch im Winter hoch genug ist, um die Unterbrechung der Vegetationszeit aufzuheben, gestattet eine üppige Entwickelung, ein fortdauerndes Wachstum des Stammes. Das trockene Klima hinwieder bedingt eine derartige Entwickelung des Laubwerkes, daß die Transpiration möglichst gering, die Gefahr des Welkens für die Pflanze möglichst klein ist. In doppelter Richtung kann sich die Pflanze dieser Lebensbedingung anpassen: entweder wird die transpirierende Fläche auf ein Minimum reduziert — der Habitus der Pflanze wird besenartig — oder die Axen und Blätter werden wasserreich oder letztere drängen sich in dichte Spiralen zusammen, um der Art sich gegenseitig vor zu starker Wasserabgabe zu schützen.

Nebst der mediterranen Flora ist es namentlich die südafrikanische, zu welcher die Pflanzenwelt der kanarischen Inseln in engerem verwandtschaftlichem Verhältnis steht. Aus den reichen Belegen, die Christ für diesen Satz anführt, wollen wir wieder nur einige Arten auswählen.

Dracaena Draco L. verwandt mit *D. Ombet* aus Nubien, *D. Schizantha* aus Somaliland, *D. Cinnabari* aus Socotra.

Euphorbia canariensis L., der *E. tetragona* Haw. des Kaplandes am nächsten.

Gendarussa hyssopifolia Webb. Nächste Verwandte im Kap.

Lyperia canariensis Webb. Dieses Skrofularineengenus tritt im Kap in circa 30 Spezies auf; u. s. f.

Als indischen Anteil der Kanarenflora beansprucht Christ folgende Spezies:

Visnea mocanera L. f., eine Ternströmiacee mit den ostasiatischen Gattungen *Anneslea* und *Eurya* verwandt.

Phoebe Barbusana Webb. Die nächsten Verwandten dieser Laurineenspezies kommen in Indien und Ceylon vor.

Bosia Yerva Mora L., ein hoher oft schlingender Busch von zweifelhafter Verwandtschaft (Chenopodiaceen nach Moquin; Saltolaceen nach De Candolle, Amaranthaceen nach Hooker).

Myrica Faya Ait., der *M. sapida* Wall. Indiens und Chinas am nächsten stehend.

Senecio palmensis Chr.

Athyrium umbrosum Ait., mit *A. australe* Bs. Ostindiens sehr nahe verwandt.

Auch ein amerikanischer Bestandteil der kanarischen Flora ist nachweisbar. Es ist derselbe um so interessanter, als er in seinem Ursprung auf die den Golfstrom begleitenden Winde zurückgeführt wird. Christ sagt darüber: »Vor allem ist es eine ganze Gruppe tropischer Gefäßkryptogamen, die, von den Azoren über Madeira zu den Kanaren an Zahl abnehmend, deutlich die Richtung des Golfstromes bekunden, mit dem sie ihren Weg machten und durch dessen begleitende Winde die unendlich leichten und unendlich zahlreichen Sporen leicht herbeigeführt werden konnten. Dahin gehören: *Pteris longifolia* L., *Asplenium monanthemum* L., *A. furcatum* Th., *Polypodium marginellum* Sw., *Aspidium molle* Sw.

Von den Phanerogamen amerikanischer Verwandtschaft nennen wir beispielsweise: *Salix canariensis* Chr., der *S. discolor* Mühlg. Nordamerikas sich anschließend.

Solanum nava Webb.

Smilax canariensis Willd. u. s. f.

Heer glaubte in den kanarischen Inseln den Rest eines ehemaligen Kontinentes vor sich zu haben. Christ pflichtet auf den ganzen Florencharakter sich stützend dieser Ansicht nicht bei. Die endemischen Arten treten zwar auch in den für aussterbende Floren charakteristischen Monotypen auf. Doch viele endemische Genera sind sehr artenreich. So nennt Christ 24 endemische Gattungen mit 142 Spezies. Dazu kommen noch 15 kontinentale Genera mit 93 Spezies. Wenn nun weiter beobachtet wird, daß die Arten dieser verschiedenen Formenkreise in ähnlichem innigem Zusammenhang zu einander stehen wie die Arten der Gattungen *Hieracium*, *Rosa*, *Rubus* etc., so steht es für uns allerdings außer allem Zweifel, daß diese endemischen Florenelemente nicht den Rest einer einstigen Kontinentalflora repräsentieren, sondern vielmehr als die Erzeugnisse einer steten Entwickelung der die Inseln besiedelnden Arten aufzufassen sind, einer Entwickelung, deren Richtung wesentlich durch den eigenartigen klimatischen Charakter der Inseln bestimmt wird.

Dr. Rob. Keller.

Psychologie.

Über die Individualität.

Die Seelenkunde und die Hirnphysiologie sind leider noch weit entfernt davon, das Wunder erklären zu können, wie die — nicht näher bekannte — Veränderung eines erregten, gereizten Nerven sich, wie KUSSMAUL sagt, »in unkörperliche Empfindung umsetzt«. Die Erregung des Nerven pflanzt sich fort bis zu seinem Zentrum und Entstehungs- oder Auslaufspunkt. Diese Zentren unserer Nerven, ohne die wir unfähig wären, Vorstellungen zu bekommen, liegen im Zentralnervensystem, wir können kurz sagen, im Gehirn. Wenn es nun nicht möglich ist, den ursächlichen Übergang von den materiellen, physischen, organischen Zuständen in an sich immaterielle seelische und geistige Leistungen oder Thätigkeiten zu fassen, die Wechselwirkung zwischen Körper und Geist unmittelbar zu finden, so wird es — bei dem erwiesenen Parallelismus der physischen Individualität und der Welt des Bewußtseins — die Aufgabe der Seelenkunde sein, beiderseits die beobachtbaren korrespondierenden Punkte festzusetzen.

Dem Leser wird die Bedeutung des Nervensystems und Gehirns einerseits für die organischen Funktionen des Körpers, anderseits für das ebenfalls auf seiner Voraussetzung beruhende Gemüts- und Geistesleben bekannt sein. (Ein Beispiel für die Abhängigkeit des Körpers von Gehirn und Nervensystem liefert die Thatsache, daß ein Stich in die Nervensubstanz des vierten Gehirnventrikels [des verlängerten Markes] den sofortigen Tod herbeiführt, während wir für die Abhängigkeit unseres immateriellen Ichs ein treffendes Beispiel darin finden, daß beim zirkulären Irresein Phasen heiterer oder gehobener und trauriger Stimmung evident infolge veränderter Blutdrucksverhältnisse, Blutarmut und Blutfülle, wechseln.) Schließlich wird dem Leser auch der Einfluß organischer Zustände (wie z. B. des Geschlechtslebens und in dessen Bereich fallender krankhafter Anomalien) auf das seelische Leben nicht unbekannt sein[1].

Ein eben erschienenes Werk des bekannten Philosophen und Psychologen TH. RIBOT über »die Veränderungen der Individualität« (Les maladies de la personnalité, Paris, 1885) bietet nun eine schätzenswerte Untersuchung zur Erkenntnis jener Faktoren, die für unser geistiges Ich entscheidend und bestimmend sind. RIBOT versucht es, die bewußte Individualität auf ihre unmittelbaren Bedingungen hin zu untersuchen, und das Ergebnis ist, daß er als solche den — physischen Organismus erkennt; über die letzten Ursachen dieser Bedingungen ist damit nichts gesagt und jeder kann darüber seiner eigenen Meinung sein.

Wer es oft versucht hat, Charaktere in allen ihren Äußerungen zu beschreiben, wird die immaterielle Individualität nicht als einen ein-

[1] Der Einfluß einer beginnenden, latenten Krankheit auf die „sekanten" Stimmungen der Kinder wird jedem Leser ebenso bekannt sein wie die Thatsache, daß (gesunde) Kinder nach einem gesunden Schlaf heiter oder lustig erwachen.

heitlichen Begriff, als eine metaphysische Wesenheit, sondern gleichsam als eine oscillierende Stabilität, als einen labilen Gleichgewichtszustand auffassen, der durch das Spiel verschiedener, oft einander widersprechender, oft einander ergänzender und gegenseitig hebender Kräfte [Neigungen, Fähigkeiten, Stimmungen] bedingt ist und sehr oft aus seiner typischen Lage gebracht und verändert wird. »Das Ich ist eine Koordination von Trieben und psychischen Zuständen, deren nächster Grund in der Koordination und Übereinstimmung im körperlichen Organismus zu suchen ist,« sagt Th. Ribot (S. 78). »Bei dieser Anschauung wird man sich nicht mehr über jene — bei manchen Charakteren seltenen, bei anderen fortwährenden — Schwankungen wundern, welche eine Person auf lange oder auf kurze Dauer, oder kaum faßbar rasch, in einem neuen Lichte erscheinen lassen.«

Alle Details bei Seite lassend kann man, wie auch Verfasser in der Einleitung des Buches ausführt, zwei Hypothesen über das Bewußtsein unterscheiden. Die eine ist sehr alt und betrachtet das Bewußtsein als die Grundkraft und das Wesen der »Seele« oder des »Geistes«. Die andere stammt, man kann es sagen, aus unseren Tagen, und betrachtet es »als eine eigene, von eigenen Entstehungsbedingungen abhängige und neben den Leistungen der Gehirnthätigkeit je nach Umständen zu Tage tretende oder verschwindende Erscheinung« (deren Bedingungen unbekannt sind).

Diese Auffassung hat vielen Leuten paradox und ihr herrliches Selbstgefühl verletzend geschienen. Sie macht den Menschen zum Automaten, rief man aus; der Vergleich ist aber nicht richtig. Da ein Zustand, welcher bewußt ist, von anderen und von mehr physiologischen Bedingungen abhängt als derselbe Zustand, solange er unter der Schwelle des Bewußtseins bleibt, so sind die beiden schlechterdings nicht für gleich zu halten. Und: Ein Hang, der klar bewußt wird, wird verstärkt oder unterdrückt, und sein Bewußtwerden nimmt Einfluß auf das fernere Bewußtseinsleben! Alles, was bewußt geworden ist, hinterläßt Residuen. Wenn es uns nicht im Momente lebendig beschäftigt, nicht gerade im Blickfeld des Bewußtseins liegt (Wundt), so ruht es, um die Sprache Stricker's zu reden[1], im »potentiellen Wissen«, aus dem es selbständig oder andere Bewußtseinszustände beeinflussend, nüancierend, auftauchen kann. Das Bewußtsein erleuchtet nicht nur, es kondensiert (Ribot) — und es führt; es drängt, je nach den Bildern, welche es in uns erweckt, zu einem Ziele und schreckt vom andern ab. Dank dem Bewußtsein sind Erfahrung und Erinnerung, geistige Einwirkungen und Beispiele von Einfluß auf den »Automaten«.

Ribot tritt nun die Beweisführung zu Gunsten seiner angedeuteten »physischen« oder materialistischen Ansicht nicht mit Thatsachen und scharfen Beobachtungen des täglichen Lebens an, sondern greift ins Gebiet der krankhaften Veränderungen des Ich, ins Gebiet der Pathologie. Ohne in die Einzelheiten der präzisen und sehr interessanten Forschungen

---

[1] S. dessen Studien über das Bewußtsein, Wien, 1882, oder seine „Physiologie des Rechts", Wien, 1884, Erstes Hauptstück.

einzugehen, die der gelehrte Herausgeber der Revue Philosophique über jene Veränderungen anstellt, welchen die Individualität infolge mannigfacher Störungen unterworfen ist, werden wir im Rahmen unserer theoretischen Erläuterungen zwei ausführlicher behandelte Formen des kranken »Ich« anführen, die zwei Formen des doppelten Bewußtseins, des »zerrissenen Ichs«.

Das Bewußtsein hat eine zeitliche Kontinuität: Das Bewußtsein vom Ich setzt sich aus einer Gesamtheit von unklaren Gefühlen zusammen, welche wir von unseren einzelnen Organen (durch die Gefühlsnerven) kontinuierlich bekommen. Das Herz, die Blutgefäße, die Lunge, Leber und Milz, der Darmkanal, die Nieren u. s. f. — alle unsere vegetativen Körperorgane sind nämlich durch zentrifugale oder motorische und durch zentripetale oder sensorische Nerven verbunden, welche, wie wir schon sagten, im Rückenmark und vorzüglich im Gehirn zentralisiert sind. Diese Nervenverbindungen gleichen nun einerseits den Riemensträngen, welche die Räder einer Maschine treiben; anderseits geben uns die sensorischen Nerven ein unklares Bewußtsein von der Existenz unserer inneren Organe. Diese undeutlich vermittelten Gefühle sind im normalen Zustande unklar, sind aber einer Steigerung fähig, denn sie kommen im kranken Zustande recht deutlich schmerzhaft zum Bewußtsein.

Wir erhalten also kontinuierlich Nachrichten von uns — trotz des Stoffwechsels, welcher mit der Zeit unsere Organe ändert, durch welchen diese sozusagen mit steter Langsamkeit ausgewechselt werden. Der Stoffwechsel geht eben sehr langsam vor sich und die Kontinuität des Bewußtseins wird, dank dem Gedächtnisse, bei der allmählichen Einbeziehung der neuen Teilchen in das Ganze erhalten. Krankhafte Zustände des Gedächtnisses brechen jedoch die zeitliche Kontinuität und wir kommen zu einer zeitlichen Zerrissenheit des Bewußtseins. Das Beispiel eines Soldaten, welcher angab, er sei in der Schlacht von Austerlitz erschossen worden und das, was man jetzt von ihm sehe, sei nur eine schlecht nachgemachte Maschine, gibt uns das Bild einer auf getrübten Organgefühlen und einem pathologisch gewordenen Gedächtnisse beruhenden zeitlichen Zerrissenheit des Ich — trotz welcher der Kranke weiß, früher existiert zu haben. Desgleichen ändern andere Störungen die Nachrichten aus der Körperwelt und erzeugen bei getrübtem Geiste eine körperliche (oder räumliche) Zerrissenheit des Ich. Der auf der einen Körperhälfte vollständig unempfindliche Irre, der da meint, daß seine Persönlichkeit bloß in der empfindenden Körperhälfte wohne und daß die andere Hälfte als toter Körper, als Leiche neben ihm liege, gibt uns ein auf Nachrichten der Gefühlsnerven beruhendes Beispiel hierfür. Ebenso Jaffé's alter Soldat: bei D . . ., der mehrmals Schläge auf den Kopf bekommen hatte, entwickelte sich der Wahn, daß in ihm ein rechter und ein linker D . . . wohne. Er glaubt nicht, daß er nicht mehr existiert, im Gegenteil! Die Zerrissenheit beim Kranken ist eine räumliche und so vollständig, daß er schließlich einen Selbstmordversuch begeht, um, wie er nachträglich angibt, den linken D . . ., den er nicht leiden mag, zu töten.

Die zahllosen Leistungen der Nerven im organischen Leben des

einzelnen sind in ihrem Vorsichgehen, also in der Thätigkeit der Nervenzentren — auf angeborne und oft auf ererbte Weise — individuell charakterisiert. Die Koordination und Übereinstimmung dieser zahllosen, im Gehirn ihre oberste Zentralisation findenden Nerventhätigkeiten des Körpers ist die Basis des physischen und des psychischen Ichs, sagt Ribot. »Es ist kein leerer Schall, keine Abstraktion, wenn wir den Ausdruck Koordination gebrauchen, sondern der wahre Ausdruck der Natur unseres Gegenstandes« (S. 164).

Die bewußte Persönlichkeit beruht auf der Koordination im Organismus und ist bloß ein schwacher Teil des Individuums. Ihre Einheit hängt von der Übereinstimmung einer Anzahl fortwährend wiedergeborner Zustände ab. Manche Nervenleistungen und Reize empfinden wir mit bewußter Klarheit, andere setzen sich in minder klare Bewußtseinszustände um. Daneben gibt es noch eine Unzahl unbewußter, physiologischer Zustände, welche für die psychische Persönlichkeit ebenso und mitunter noch mehr von Bedeutung sind als die ersteren.

Ein gegebener Zustand des Bewußtseins ist immer unbeständig. Es gibt jedoch ein Etwas, das die einander gegenseitig erweckenden, aber auch gegenseitig verdrängenden Bewußtseinszustände verkettet und das der subjektive Ausdruck jener objektiven Koordination ist (Ribot, S. 166).

Noch Eines: da jeder Sinnesapparat in jedermann eigenartiger Natur und stets vom organischen Leben (vom Säfteumlauf, von der Lungenthätigkeit u. s. w.) abhängig ist, so verschmilzt der je nach diesen Faktoren verschieden geartete Ausdruck der eigenen Individualität des einzelnen mit jeder Empfindung, Erregung oder Idee. Das Persönliche in unseren Bewußtseinszuständen, das Gefühl unser selbst, kommt also zu einem äußeren Reiz nicht erst, etwa durch ein Urteil, hinzu, wie dies die Psychologie bisher manchmal anzunehmen geneigt war, sondern dieses Element der Subjektivität (das auf Sich beziehen seiner Empfindungen) ist in jeder der genannten Erscheinungen bereits — als gewissermaßen à priori — enthalten.

Der Organismus und sein oberster Ausdruck, das Gehirn, bildet die wirkliche Persönlichkeit.

Somit hat der Leser das Ergebnis des Ribot'schen Werkes. — Von diesem Standpunkte aus, welcher jener der exakten Wissenschaft ist, wird man nicht mehr lächeln, wenn wir die Bedeutung der Bewegungsvorstellungen und der Muskelgefühle überhaupt für unser geistiges Leben betonen[1]. Und man wird, wenn wir in manchen unkoordinierten Bewegungen des Kindes einen Ausdruck seiner großen Einbildungsgabe zu erblicken vermeinen, auch nicht mehr einwenden, dies sei unmöglich, denn jener Mangel an Koordination der Bewegungen habe rein physiologische Ursachen. Man sieht ja nun ein, daß unsere Behauptung keinen Widerspruch bedeutet.

Wien. Eug. Schwiedland.

---

[1] Die Bewegungsvorstellungen beruhen, wie dies Stricker in Wien überzeugend dargethan hat, auf Innervations (Bewegungs)-impulsen der Muskeln. S. dessen „Studien über die Bewegungsvorstellungen“, Wien, 1882.

Litteratur und Kritik.

Charles Darwin und sein Verhältnis zu Deutschland, von Dr. Ernst Krause. Mit zahlreichen bisher ungedruckten Briefen Darwin's, zwei Porträts, Handschriftprobe u. s. w. in Lichtdruck. Leipzig, E. Günther's Verlag. 1885. (Darwinistische Schriften Nr. 16). VII, 256 S. 8°. (Mk. 5.)

Wir haben alle Ursache, dem Verfasser für dieses Buch aufrichtig dankbar zu sein. Wenn er in der Vorrede alles Verdienst am Zustandekommen desselben dem Verleger zuschreibt, der ihn immer von neuem dazu angespornt habe, nachdem er selbst das bald nach Darwin's Tode zu ähnlichem Zwecke zusammengebrachte Material mit Rücksicht auf die von dessen Sohne Francis beabsichtigte Biographie längst wieder bei Seite gelegt hatte, so müssen wir dazu bemerken, daß hiervon am Buche selbst nichts zu spüren, d. h. daß dasselbe mit all der liebevollen Vertiefung und Hingabe geschrieben ist, wie sie ein so würdiger Gegenstand beanspruchen konnte und wir sie auch vom Verf. nicht anders erwartet haben.

Die ersten Kapitel folgen zunächst einfach dem Gang der Dinge und schildern »Die Herkunft« (welche ja schon in desselben Verf. Biographie von Erasmus Darwin[1] eine vortreffliche Bearbeitung erfahren hat), die »Studienjahre« und »die Reise um die Welt«; hier sind von besonderem Interesse die Auszüge aus zahlreichen Briefen, welche Darwin unter dem frischen Eindruck seiner geologischen Beobachtungen in Südamerika an seinen früheren Lehrer Prof. Henslow richtete. Dann folgt »die Bearbeitung der Reiseergebnisse«, einen höchst lehrreichen und vollständigen Einblick in das allmähliche Werden jenes gewaltigen Unterbaues von Thatsachen und Ideen gewährend, auf dem sich endlich Darwin's Hauptwerk, die »Zuchtwahltheorie« erheben sollte. Dieser selbst, ihrer Vorgeschichte, den Spuren ihres Heranreifens in Darwin's Geist und den für ihn so ehrenvollen Umständen, welche ihr Hervortreten endlich beinahe erzwingen mußten, ist gebührendermaßen das längste Kapitel gewidmet. Am meisten Neues und Interessantes aber, auch für den, der so ziemlich das bisher über diese Verhältnisse Veröffentlichte verfolgt hat, bieten Kap. VI, »Die erste Aufnahme des Werkes«, Kap. VIII, »Die

[1] E. Krause, Dr. Erasmus Darwin und seine Stellung in der Geschichte der Deszendenztheorie. Mit seinem Lebens- und Charakterbilde von Charles Darwin. Nebst Porträt u. s. w. 1880. Leipzig, E. Günther's Verlag.

Abrundung und Ergänzung der Zuchtwahltheorie«, und Kap. IX, »Darwin's Beziehungen zu Deutschland«. Es sei insbesondere auf das spätere Verhalten Lyell's und Wallace's sowie auf die zahlreichen Briefe Darwin's an Haeckel, Fritz Müller, Preyer u. s. w. hingewiesen, die, ganz abgesehen von ihrem Wert für die wissenschaftliche Bedeutung des Mannes, auch ein schönes Zeugnis ablegen für seine rührende Einfachheit, seine Offenheit und seine lebhafte persönliche Anteilnahme an allem, was seine Freunde und Mitarbeiter betraf. Kap. VII, »Darwin's ältere botanische Schriften«, wie ein wohlthuendes Stillleben zwischen die Bilder des hin- und herwogenden Kampfes eingeschoben, zeigt uns den großen Forscher inmitten des Lärms und Geschreies der sechziger Jahre ruhig an der Arbeit bei seinen lieben stillen Pflanzen, um den wunderbaren Blütenbau der Orchideen zu ergründen, im weiteren dann überhaupt das reizvolle Rätsel der Blumenwelt zu lösen, den Einfluß der Kreuz- und Selbstbefruchtung festzustellen und die Entstehung und Lebensweise der Kletterpflanzen zu erklären. Kap. X, »Darwin's letzte Lebensjahre und Arbeiten«, führt eigentlich diese Schilderung unmittelbar weiter, indem es über Inhalt und Entstehungsgeschichte der »Insektenfressenden Pflanzen«, des »Bewegungsvermögens der Pflanzen« und der »Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Regenwürmer« berichtet; dazwischen aber ist noch mancher kleinerer Untersuchungen gedacht, so besonders der Beiträge zur Biographie von Erasmus Darwin, der Anregungen zur Beobachtung kleiner Kinder und der letzten Probleme, welche diesen unermüdlichen Geist beschäftigten, unter denen namentlich die Frage der »Sinnpflanzen« obenanstand. Kap. XI, »Persönliches«, lehrt uns Darwin als den trefflichen, guten, weisen Menschen kennen, in seiner Familie, bei der Arbeit, im Verkehr mit seinen Freunden und den vielen Besuchern des stillen Landsitzes; und hätten wir auch gern noch viel mehr über sein häusliches Leben, über seine persönlichen Beziehungen zu so manchem berühmten Manne u. s. w. gehört, und zwar besonders aus eigener lebendiger Anschauung, so gewährt doch auch schon dieses sorgfältig gezeichnete Bild großen und nachhaltigen Genuß. Den Schluß (Kap. XII) bilden Darwin's Ämter, Würden und Ehrenbezeugungen, unter welchen die ihm von deutscher Seite erwiesenen mit Recht die erste Stelle einnehmen. Auch die beiden schwungvollen Widmungsgedichte A. Fitger's zu dem 1877 von deutschen Verehrern gestifteten Album und zum Gratulationshefte des Kosmos 1879 sind hier abgedruckt.

Mit Genugthuung werden alle Verehrer Darwin's die fernere Mitteilung begrüßen, daß dieser Biographie unmittelbar eine von demselben Herausgeber besorgte »Sammlung kleinerer Schriften« des Meisters folgen soll — Arbeiten und Skizzen, die zumeist in Journalen zerstreut und daher fast unbekannt geblieben waren, obgleich manche darunter großen sachlichen und historischen Wert besitzen. Dieses Bändchen wird eine höchst schätzenswerte, ja unentbehrliche Ergänzung der größeren Werke Darwin's wie des vorliegenden Buches bilden.

Eine Bemerkung können wir zum Schlusse nicht unterdrücken. Man durfte wohl erwarten, daß dieser Band unter allen »Darwinistischen Schriften« des E. Günther'schen Verlags die beste und würdigste Aus-

stattung erhalten würde. Statt dessen sind sowohl Papier als Druck entschieden geringer als bei den früheren oft recht unbedeutenden Schriften dieser Sammlung und die autotypische Wiedergabe der beiden Porträts (neben denen wir auch sehr gern eines gesehen hätten, das DARWIN in ganzer Figur aufrecht darstellte) und der Ansicht des Landhauses in Down kann selbst bescheidenen Ansprüchen unmöglich genügen. Das reichhaltige und anziehende Buch, das sicherlich viele Leser finden wird, hätte wahrlich ein entsprechenderes Gewand verdient. B. V.

Die Ethik des PROTAGORAS und deren zweifache Moralbegründung, kritisch untersucht von ADOLPH HARPF. Heidelberg, Georg Weiß. 1884. (71 S. 8^0.)

Diese mit großer Sachkenntnis und echtem Fleiß gearbeitete Monographie kann jedem, der ernsthafter mit Ethik sich beschäftigt, warm empfohlen werden. Nicht nur ist es wenigen gegeben, im Original d. i. in PLATON's Dialogen: PROTAGORAS und THEÄTET, die von der Ethik des PROTAGORAS handeln, mit Sicherheit sich zurecht zu finden: die späteren Autoren, welche tiefer in den Geist des genialen Sophisten von Abdera eingedrungen sind, haben durch das Bestreben, teils System in die Sache zu bringen, teils einem bestimmten System sie anzupassen, so viel Licht darüber verbreitet, daß der gewöhnliche Leser sich geblendet fühlt und in Verwirrung gerät, anstatt zu Klarheit zu gelangen. Es ist daher der geehrte Verfasser, trotz der hohen Verdienstlichkeit mancher Vorgänger, einem in weiten Kreisen empfundenen Bedürfnis entgegengekommen.

Der erste Teil der vorliegenden Schrift gibt eine klare Darstellung des Naturalismus und Normalismus des PROTAGORAS. Der zweite Teil beleuchtet diesen Gegensatz an der Analogie, welche die Moralphilosophie KANT's darbietet, und weist nach, daß die doppelte Begründung der Moral, weitentfernt, auf eine Unechtheit der als das Werk des PROTAGORAS uns überlieferten Lehre schließen zu lassen, nichts anderes sei als der im Normalismus sich vollendende Naturalismus. Doch wir wollen HARPF mit seinen eigenen Worten reden lassen. »PROTAGORAS selbst meint durchaus nicht, daß uns der moralische Sinn, die Aidos und Dike, in jedem Falle unfehlbar nach dem Rechten hinweist; sonst hätte er, wie oben angedeutet wurde, nicht selbst die Notwendigkeit der Erziehung betont, der ethischen Heranbildung, die dem moralischen Bewußtsein erst den Inhalt, nämlich das von Sitte und Gesetz als gut bestimmte zuführt. Daß die Begründung der Moral durch das ethische Gefühl allein lückenhaft und unzureichend ist, zeigt auch SOKRATES in seinem auf die Rede des PROTAGORAS folgenden Elenchus.« (S. 30.) »Alle Ethik ist mit einem Worte bei PROTAGORAS erst um des Staates willen und im Dienste desselben überhaupt da. — — Das Ideal des Staates vertrat unter solchen Umständen in der alten Ethik

jene Stelle, welche in der neuern bis in unsere Tage herein die Religion einnahm.« (S. 31.)

PROTAGORAS, welchen HARPF treffend von PLATON unterscheidet, indem er diesen als herrschend, jenen, seinem demokratischen Geiste gemäß, als bloß führend bezeichnet, kannte nichts Absolutes, daher auch kein absolut Gutes oder absolut Böses; sein »moralischer Sinn« bezog sich auf keinen Inhalt, sondern nur auf eine rein formale Unterscheidungsgabe. Allein auch diese bloß formale Gabe darf nicht als ein von der Natur eingepflanzter bestimmter Trieb aufgefaßt werden. Daß die Physiologie auf ihrem neuesten Standpunkt im gesamten tierischen Organismus für den Trieb keinen Raum hat und nur empfindende Nerven kennt, von welchen die einen mit Bewegungsapparaten verbunden sind, die andern nicht, bildet eine folgenschwere Bestätigung der Unbefangenheit, mit welcher PROTAGORAS dachte und um welche mancher neuere Denker ihn beneiden könnte. Alles Leben ist Empfindung, und die mit motorischen Apparaten verbundenen Nerven lösen bald Angriffs-, bald Abwehrbewegungen aus, je nachdem die betreffende Empfindung eine für das Individuum lust- oder unlusterzeugende ist. Aus dem Komplex dieser individuellen Empfindungen ergibt sich, aber nicht als ein bestimmter Trieb im Individuum, sondern als ein Trieb des gesamten Individuums, der Selbsterhaltungstrieb, der mit der steigenden Entwickelung des Organismus zu einem Trieb nach Wohlbehagen sich verfeinert und im selbstbewußten Individuum bis zum Glückseligkeitsstreben sich läutert. Erst mit der Erweiterung des Ich zu einem Ich und Du beginnen, mit dem geselligen Zusammensein vervielfältigen sich, und in der staatlichen Gesellschaft erreichen ihre Vollendung die Freuden und Leiden, durch welche die ursprüngliche Befähigung, zwischen Lust und Unlust zu unterscheiden, zu einer Unterscheidung zwischen moralisch Gutem und Bösem sich erhebt, d. i. zu einer Unterscheidung dessen, was nicht bloß für dieses oder jenes Individuum, sondern der Gesamtheit gegenüber, daher für das Individuum überhaupt, nämlich in einer höhern Bedeutung gut oder böse ist. Das ursprünglich rein Relative geht damit in ein Positives über, jedoch von etwas Absolutem ist dabei keine Rede.

Den Menschen als »das Maß aller Dinge« hat allerdings die Entwickelungslehre samt dem geozentrischen Standpunkt längst über Bord geworfen; allein wenn auch nicht als Naturwesen, so bleibt doch als fort und fort sich entwickelndes Wesen der Mensch das Maß aller menschlichen Einrichtungen. Treffend sagt daher HARPF: »Die Rücksichtnahme des Ich auf das Du, des Subjektes ego auf das Objekt tu innerhalb der Sphäre des allein ethisch bedeutsamen Handelns ist es, welche auch die naturalistische Lehre des PROTAGORAS als Relativismus erscheinen läßt.« (S. 32.) Nicht weniger treffend ist HARPF's Bezugnahme auf GOETHE's »Überzeugung von der allgemein menschlichen und vor allem auch ethischen Gültigkeit des generell-anthropologischen Satzes vom Maße«, sowie auf A. RIEHL's Verwandlung des Wissens in sittliche Kraft. (S. 33.) Nicht die abstrakte Intelligenz, sondern die konkrete — wie die Vorstellung vom Gefühl — vom

Fühlen unzertrennliche Intelligenz erhebt sich zur Sittlichkeit. Das Gewissen selbst ist — wie LAAS vom Gefühl des Sollens nachgewiesen hat — erst empirisch zu erlangen, sowie auch erst im allmählich sich veredelnden Staate die Überzeugung reift, »daß es ein Recht- und Guthandeln geben müsse, wenn die menschliche Gesellschaft bestehen soll,« — aus welcher Überzeugung nach PROTAGORAS ganz richtig sich ergibt »die aus der äußern und innern Notwendigkeit einzusehende Verpflichtung zur Bethätigung der ethischen Scheu, des Rechtssinnes selbst und der Scham«. (S. 49 und 50.)

Auch wir können LAAS nicht folgen in der »schroffen Sonderung der Ethiker nach Platonismus und Antiplatonismus« (S. 69); allein um so fester stehen wir zu LAAS, so oft er Lust und Unlust als unzertrennlich von unsern Entschließungen und zwar nicht als erst im Wege der Reflexion mitwirkend festhält. Die Identität von Fühlen und Denken, daher von Wille und Verstand ist der Punkt, auf welchem alle Ethiker sich verständigen können und immer mehr sich verständigen werden. KANT's kategorischer Imperativ mit einer Voraussetzung, deren Möglichkeit nach seinen eigenen Worten »sich durch keine menschliche Vernunft jemals einsehen läßt« (S. 50), ist ein wunderbares Seitenstück zum Mythus des PROTAGORAS, in welchem Hermes von Zeus abgesendet wird, um der Menschheit »den Sinn für Rücksicht und Scham und den Rechtssinn, die Bande und Zierden der bürgerlichen Gesellschaft, welche die Menschen in Freundschaft zu einander einen,« (S. 13) als Gottesgeschenk zu überbringen. Der moral sense wird in beiden Fällen dem Menschen als solchem einfach angedichtet, während er doch nur allmählich sich entwickelt haben kann, nachdem der Mensch, durch die Not gezwungen, gesellschaftliche Verbindungen einzugehen, zur Einsicht gekommen war, daß das Vereintbleiben von den Bedingungen abhängt, deren Gesamtausdruck der moral oder common sense ist. Daß diese Einsicht nur möglich war, insofern die ersten Vereinigungen im großen und ganzen Befriedigung hervorgerufen hatten und es diese zu erhalten und zu erweitern galt, würde uns hier zu weit führen und nur der Vollständigkeit wegen berühren wir diesen Punkt. Vielleicht haben wir überhaupt bei der Besprechung dieser Monographie zu oft von empfangenen Eindrücken uns zu weit führen lassen. Allein der Umstand, daß wir so viel des Anregenden gefunden haben, wovon wir nicht sogleich wieder uns zu trennen vermochten, spricht unseres Erachtens nur zu Gunsten der vorliegenden Schrift.

Der Schluß spitzt sich zu einer polemischen, aber Verständigung anstrebenden und auch anbahnenden Wendung gegen divergierende Auffassungen zu, deren Divergenz als eine unbegründete nachgewiesen wird. Ob dies von den Betreffenden zugegeben werden wird, ist eine andere Frage. Vielleicht ist es schwer erklärlich, aber Thatsache ist es, daß wissenschaftliche Dissense am schwierigsten zu heben sind; zudem dürfte bei einigen kritisierenden Citaten ein Ton angeschlagen sein, der eher zum Reizen als zum Beschwichtigen geeignet ist. Wird aber auch dieser besondere Zweck nicht oder erst später erreicht, der allgemeinere: die Klarstellung der Lehre des PROTAGORAS und ihres Verhältnisses zu SOKRATES,

Platon und Kant sowie ihrer Bedeutung für die Ethik überhaupt ist glänzend gelungen, und mit Dankbarkeit nehmen wir Abschied von dem Büchlein und dem vielversprechenden Autor.

Marburg a. D., 17. Juni 1885. B. Carneri.

A. de Bary, Prof. a. d. Univ. Straßburg: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Mit 198 Holzschn. Leipzig, W. Engelmann, 1884. Mk. 13.

Dieses zum Wichtigsten und Vortrefflichsten unserer streng-wissenschaftlichen Litteratur zählende, den gesamten gegenwärtigen Stand der wesentlichen Thatsachen und der Aufgaben der Pilzkunde etc. in einer keinem andern gleich dem Verfasser möglichen Vollständigkeit darlegende Werk[1] darf auch solchen des Studiums der Naturgeschichte Beflissenen bestens empfohlen werden, welche in die Einzelheiten des betr. Gebietes nicht eingeweiht sind. Die allgemeinen Ergebnisse, zu welchen die Fülle morphologischer und biologischer Data in diesem Zweige der Wissenschaft hinführt, und die Verknüpfung jener Ergebnisse mit den wichtigsten Lehren und Zielen der theoretischen Naturgeschichte gleichwie auch mit den brennenden Fragen der Nutzanwendung für die Pathologie etc., findet man hier von der berufensten Meisterhand in körniger Klarheit dargestellt. Dabei versteht es der Verf. durchweg, den aktuellen Stand ungelöster oder zweifelhafter Fragen, allgemeinerer wie spezieller Natur, lichtvoll zu präzisieren und dadurch auf die richtigen Wege der Lösung hinzulenken.

Die 3 ersten Kapitel behandeln die allgemeine Morphologie der Pilze: histiologische Eigentümlichkeiten, Thallus, Fruchtkörper und Sporen; Kapitel IV den Entwickelungsgang der Pilze im allgemeinen und in Vergleichung zu dem der anderen Abteilungen des Gewächsreiches. Auf dieses Kapitel sind angehende Botaniker besonders hinzuweisen, und auch mancher Kundigere wird mit großem Nutzen die ebenso bündige als klare Darstellung der Entwickelungshomologien und des Generationswechsels in ihren typischen wie auch in komplizierteren und abnormen Gestaltungen lesen. Diese letzteren sind für die Pilze von besonderer Wichtigkeit als Schlüssel der phylogenetischen Verknüpfung sehr verschiedener Gruppen. de Bary unterscheidet eine Hauptreihe der Pilze, die Ascomycetenreihe, welche sich nach ihrem Entwickelungsgange an eibildende Algen anschließt und aus den Phycomyceten (zerfallend in Peronosporeen, Saprolegnieen, Mucorini und Entomophthoreen), Ascomyceten und Uredineen zusammensetzt. Andere Pilzgruppen schließen sich, nach den derzeitigen Kenntnissen, an bestimmte Glieder dieser Hauptreihe an, »als von ihnen phylogenetisch abzuleitende, divergierende Seitenlinien,« — so Chytridieen (deren Einheitlichkeit als natürliche Gruppe

---

[1] Dasselbe kann (cf. Vorrede) als völlig umgearbeitete und sehr wesentlich vermehrte 2. Aufl. von des Verf. 1866 erschienener „Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten“ betrachtet werden.

indessen zweifelhaft ist) und Ustilagineen an die Phycomyceten und die formenreichen, die stattlichen Hutpilze, Lycoperdaceen etc. einbegreifenden Basidiomyceten an die Uredineen. Gegenüber früheren Versuchen, bei den Basidiomyceten sexuelle Apparate aufzufinden und zumal die Entstehung der Fruchtkörper, resp. Hutpilze, auf Befruchtungsvorgänge am Mycelium zurückzuführen, betrachtet Verf. die genannte Gruppe als auf regressivem Wege entstandene, durch Ausschaltung von Entwickelungsgliedern, nämlich der eigentlichen Fruktifikation, von der Ascomycetenreihe abgezweigte Nebenreihe, welche dann, »für sich zu hoher und eigenartiger Ausbildung fortgeschritten«. Streng vorsichtig, wie stets, schließt Verf. diese Darstellung mit dem Satze (p. 366):

„Die in vorstehendem enthaltenen Anschauungen über den ‚Stammbaum der Pilze' sollen selbstverständlich nichts anderes sein als ein Versuch, die zur Zeit bekannten einzelnen Thatsachen in ein einheitliches System zu bringen. Jede Verschiebung der thatsächlichen Grundlage wird dieses wiederum abändern können."

Die Komplikationen des Entwickelungsganges durch Bildung verschiedenartiger Propagationsorgane resp. Sporen (Gonidien) bei einer und derselben Pilzspezies neben der eigentlichen Fruktifikation oder mit Ausschließung der letzteren — seit Tulasne als Pleomorphie bezeichnet —, finden in Kapitel IV gleichfalls gedrängt-klare Erörterung. Hatte man früher »in jeder abgerissenen Form mit irgend einer Sporenbildung« eine besondere Spezies gesehen, »ohne auf die Frage nach Entwickelungsgang und genetischem Zusammenhang überhaupt Rücksicht zu nehmen,« so wurde dann von anderen Seiten eine Zeit lang die Pleomorphie bis zur Annahme des Überganges grundverschiedener Typen ineinander aufgebauscht. Verf. zeigte schon früher die Fehlerquellen, welche zu solchen Ergebnissen geführt hatten; — er hält auch jetzt strenge an der Forderung fest, die »organische Kontinuität successiver Entwickelungszustände« thatsächlich nachzuweisen.

In Kapitel V, »Vergleichende Übersicht der einzelnen Gruppen,« wird der Entwickelungsgang der letzteren eingehend behandelt, unter Hervorhebung der am vollständigsten untersuchten Vertreter und kritischer Besprechung sich anschließender weniger genau bekannter oder zweifelhafter Formen. Auf diesen dem Fachmann unschätzbaren Hauptabschnitt des Buches kann hier nicht näher eingegangen werden; doch sei derselbe der sorgfältigen Durchsicht auch des weniger bewanderten Lesers empfohlen; die zusammenfassenden Beurteilungen der Beobachtungsergebnisse haben oft eine weit über ihren speziellen Gegenstand hinausreichende Bedeutung.

Kapitel VI und VII besprechen die Lebenseinrichtungen der Pilze: erstlich die Keimungserscheinungen, weiter insbesondere die hochwichtigen Thatsachen der Ernährungs-Adaptation und des aus diesen folgenden mannigfachen Verhaltens zum Substrate, einerseits zur toten, in Zersetzung begriffenen organischen Substanz, als Saprophyten (die überwiegende Mehrzahl der Pilze), anderseits zu lebenden Pflanzen oder Tieren, als Parasiten. Zwischen den beiden Extremen der reinen Saprophyten und der auf lebende Wirte mit Notwendigkeit angewiesenen obligaten Parasiten vermittelt eine dritte Kategorie von besonderer

Wichtigkeit, welche Verf. (mit VAN TIEGHEM) fakultative Parasiten nennt: Pilze (p. 382),

„die ihre volle Speziesentwickelung als Saprophyten nicht nur durchmachen können, sondern dies im normalen Verlauf der Dinge thatsächlich thun, die aber anderseits auch ihren Entwickelungsgang vollständig oder zum Teil als Parasiten durchzumachen vermögen,"

und an diese schließen sich fakultative Saprophyten, d. h.

„Arten, welche nach der bestehenden Erfahrung der Regel nach ihren Entwickelungsgang in parasitischer Lebensweise vollständig durchmachen, welche aber auch die Fähigkeit haben, wenigstens in bestimmten Stadien saprophytisch zu vegetieren."

Die verschiedenen Abstufungen der parasitischen Adaptation finden dann eingehende Erörterung, sowohl für tierbewohnende, resp. auch beim Menschen als Erreger oder Förderer gewisser Krankheiten auftretende, wie für pflanzenbewohnende parasitische Pilze, bei welchen letzteren diese Lebensanpassungen in besonders reicher Vielfältigkeit auftreten: es sei hierfür nur an den Wirtswechsel der Uredineen erinnert. — Das Verhältnis zwischen Parasit und Wirt zeigt eine Fülle von Verschiedenheiten, von rascher Tötung oder Hinsiechen der Wirte bis zu charakteristischen durch den Parasiten bewirkten Hypertrophien, Umgestaltungen und Neubildungen, sogar Einwirkungen, welche in gewissen Fällen das Gedeihen des Wirtes befördern. Letzteres gilt besonders von der im Naturhaushalte hochwichtigen Symbiose von Pilzen und Algen, als deren Produkte die Flechten nunmehr mit voller Sicherheit anzusehen sind. Verf. charakterisiert diese einst als selbständige Klasse des Pflanzenreiches betrachteten »flechtenbildenden Pilze« wie folgt (p. 425):

„Eine große Zahl parasitischer Pilzspezies ergreift als ihre Wirte Algen, teils einzellig lebende, teils vielzellige oder zu Gallertstöcken vereinigte. Der Keimschlauch des Pilzes umwächst die Algenzellen und wächst dann heran zu einem Thalluskörper. Die Alge ihrerseits folgt diesem Wachstum, in bestimmter Form eingeschlossen zwischen die Pilzhyphen; sie bildet so einen integrierenden Teil des Thallus. Mit ihrem Wachstum dauert der Kohlensäureassimilationsprozeß ihres Chlorophyll führenden Protoplasmakörpers fort und produziert für den Pilz verwendbare organische Kohlenstoffverbindungen. Anderseits verbreiten sich dem Pilz angehörige Rhizoidzweige auf und in dem Substrat und führen die nötigen mineralischen Nährstoffe zu. Beiderlei Vegetationsprozesse unterstützen und ergänzen einander wechselweise. Die Alge kann — ob in allen Fällen, bleibt zu diskutieren — als chlorophyllführende Pflanze allein vegetieren; sie wird aber in ihrer Vegetation durch den Pilz nicht gehindert, oft nachweislich dauernd gefördert. Der Pilz ist, als streng obligater Parasit, für seine Vegetation auf die Alge angewiesen, er kommt ohne sie nicht zur Ausbildung, in den meisten Fällen kaum über die ersten Keimungsstadien hinaus."

Die Entstehung und Gestaltung des Flechtenthallus in seinen verschiedenen Typen wird dann eingehend beschrieben und schließlich die Geschichte der neueren Lichenologie köstlich skizziert. Die sehr hartnäckige konservative Opposition gegen Verf. und SCHWENDENER's Begründung der symbiotischen Natur der Flechten konnte als völlig widerlegt, »die sogenannte Flechtenfrage gegen die alte Tradition ein für allemal entschieden« erst gelten, als der Nachweis geliefert worden, »wie ein Flechtenthallus aus dem Keimschlauch der Spore und aus der eventuellen Alge entsteht«; diese Synthese resp. die Züchtung in Kulturen gelang »erst

als erkannt worden war, daß die aus der Spore erwachsene junge Pflanze gleichzeitig die Alge und geeigneten anderweiten Nährboden finden muß«.

Kapitel VIII und IX behandeln die Mycetozoen, jene eigentümliche, derzeit gegen 300 Arten zählende Organismengruppe, deren nähere Kenntnis seit Verf. betreffender Spezialbearbeitung von 1858 (2. Aufl. 1864) datiert. Dem Hauptkontingent, den Myxomyceten, deren amöboide Schwärmer zu den bekannten Plasmodien verschmelzen, schließen sich die kleine Gruppe der Acrasieen und noch einige zweifelhafte Typen an.

„Von den Pilzen hebt sich die Mycetozoengruppe in allen ihren Eigenschaften, soweit solche nicht den Organismen überhaupt zukommen, scharf ab, . . . und für ihre etwaigen Verwandtschaftsbeziehungen zu anderen bekannten Pflanzen gilt dieses in noch höherem Maße. . . . Ihre höchstgegliederten Angehörigen . . . lassen keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen erkennen zu einer anderen noch höher gegliederten Gruppe. Sie zeigen, anders ausgedrückt, keinen Anschluß nach oben, ebensowenig wie z. B. die Gastromyceten, denen sie von den Alten zugerechnet wurden. Bei der Frage nach ihren Verwandtschaften kann es sich daher nur um Aufsuchung eines eventuellen Anschlusses nach unten, an einfachere Ausgangsformen handeln.“ (p. 477.)

Diese sind in den nackten Amöben der Zoologen zu suchen, von welchen in anderer Richtung auch die schalenbildenden Rhizopoden abgeleitet werden. »So kommt auch die von den gleichen Stammformen direkt abzuleitende Mycetozoengruppe zum mindesten dicht neben das Gebiet der Zoologie zu stehen,« resp. Verf. hält die ihr schon 1858 angewiesene Stellung außerhalb des Pflanzenreiches auch heute noch für die bestbegründete. Der Ursprung jener nackten Amöben selbst aber ist wahrscheinlich (p. 479)

„in jener Gruppe einfachster Organismen zu suchen, welche als Flagellaten zusammengefaßt wird; und für die Mycetozoen führt die Betrachtung der Schwärmer zu der gleichen Annahme, denn diese haben in dem cilientragenden Stadium alle Eigenschaften einfacherer Flagellaten.“

Nach diesen letzteren hin konvergieren überhaupt aller Wahrscheinlichkeit nach, wie Verf. in Kapitel X p. 514 wiederholt, —

„einmal die Bakterien- und Nostocaceenreihe; zweitens die Mycetozoenreihe; drittens die chlorophyllführenden Algen, an welche sich in aufsteigender Linie die Hauptreihe des Pflanzenreiches und die Pilze als Seitenzweig oder Seitenzweige dieser anschließen; . . . viertens endlich Rhizopoden und Protozoen, mit dem an letztere aufsteigend anschließenden Tierreiche.“ — (p. 480) „Wenn wir daher die Mycetozoen von den Pilzen scharf abtrennen und selbst die Grenzlinien der beiden organischen Reiche zwischen ihnen durchgehen lassen möchten, so ist damit nichts weniger als bestritten, daß Angehörige beider Abteilungen jener Flagellatengruppe, nach welcher beide Reiche allen Indizien nach konvergieren, und hierdurch auch einander, recht nahe stehen können.“

„Das Vorstehende sucht, so gut für die Mycetozoen wie weiter oben für die Pilze, auf Grund der zur Zeit zu Gebote stehenden Thatsachen, die Verwandtschaftsbeziehungen festzustellen — sagen wir ungeniert zurecht zu legen. Ein solcher Versuch muß zur gegebenen Zeit mit dem gegebenen Material eben gemacht werden. Ändern sich die thatsächlichen Grundlagen mit dem Fortschreiten der Untersuchungen, so tritt ein anderer an seine Stelle.“

Die beiden letzten Kapitel behandeln die Bakterien oder Schizomyceten, Kap. X deren morphologische Verhältnisse. Mit den Pilzen können diese kleinen Wesen ihrem Entwickelungsgange nach keinesfalls

zusammengestellt werden, nicht einmal bloß auf den Chlorophyllmangel hin, da auch chlorophyllhaltige Bakterien bekannt sind. Verf. unterscheidet zwei nach den gegenwärtigen Kenntnissen eine Verknüpfung nicht aufweisende, daher in ihrer natürlichen Zusammengehörigkeit noch zweifelhafte Gruppen: Endospore Bakterien, ausgezeichnet durch eigenartige Bildung je einer Spore im Innern der Zellen (hierzu *Bacillus Anthracis* des Milzbrandes), und Arthrospore Bakterien, welche letzteren schon lange als den Nostocaceen nahe verwandt gelten (s. o.). Der Entwickelungsgang einiger Vertreter dieser beiden Gruppen wird näher beschrieben; es finden sich darunter pleomorphe Spezies, welche die verschiedenen Wuchsformen (Kokken, Stäbchen, Schrauben etc., früherhin als Formgenera und -spezies mit Namen belegt) in überraschender Mannigfaltigkeit annehmen können, anderseits relativ einförmige Spezies. Aufgabe gründlicher, hier durch Kleinheit, Ähnlichkeit und Vergesellschaftung der betreffenden Formen besonders erschwerter Untersuchungen ist es, gleichwie bei den Pilzen (s. o.), mittels strenger Beobachtung der Entwickelungskontinuität die wirklichen Spezies festzustellen, welche es hier, wie Verf. gegenüber Bestreitungen betont, in demselben Sinne gibt wie bei den höheren Organismen.

Last, not least, bespricht Kapitel XI die Lebenseinrichtungen der Bakterien, zumal die besonderen Anpassungen, auf welchen deren furchtbare Wichtigkeit als Krankheitserreger bei Menschen und Tieren beruht. (Pflanzenbewohnende parasitische Bakterien sind auffallenderweise noch kaum bekannt.) Die Erscheinungen des fakultativen Parasitismus (s. o.) treten hier in den Vordergrund: sämtliche bis jetzt bekannten krankheitserregenden Bakterien, mit Ausnahme der für den Rückfallstyphus charakteristischen *Spirochaete Obermeyeri* (welche somit als obligater Parasit erscheint), konnten auch in toter organischer Substanz gezüchtet werden. Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür bietet der den Milzbrand verursachende *Bacillus Anthracis*, welchen Verf. nach eigenen und fremden Untersuchungen eingehend erörtert. Dieser Bacillus vermag (p. 522) »außerhalb des Tierkörpers nicht nur zu keimen und üppig zu vegetieren, sondern seine Sporenbildung findet hier wohl ausschließlich, jedenfalls reichlichst statt . . .«, und zwar findet er seine Nährstoffe nicht nur in totem Material tierischen Ursprunges, sondern auch in pflanzlichem, wie Kartoffeln und Rüben. Er ist somit »auf saprophytische Lebensweise notwendig angewiesen zur Erreichung eines morphologisch und biologisch wesentlichsten Entwickelungsabschnittes, nämlich der Sporenbildung«. Die Bedingungen seiner saprophytischen Vegetation bieten sich leicht auf feuchten Weideplätzen; pflanzenfressende Tiere infizieren sich an solchen Orten, indem sie »mit dem Futter Sporen des Bacillus in sich aufnehmen, . . . denn der Bacillus hat die Fähigkeit des Parasitismus«. — An welchen Orten außerhalb des lebenden Tierkörpers andere fakultativ-parasitische Bakterien vegetieren können, »bleibt für jeden Einzelfall näher festzustellen. Die Infektionsgefahr gestaltet sich hiernach anders als für den Fall des obligaten Parasitismus[1].«

Auch in diesem Kapitel tritt Verf. entschieden für das Bestehen distinkter Bakterienspezies ein, wenngleich dieselben, wie PASTEUR's Ab-

schwächung des Milzbrandvirus zeigt, wichtiger Variationen auch in ihren parasitären Eigenschaften fähig sind. p. 527: »Die Behauptung, daß es distinkte parasitische Bakterienspezies gibt und daß im allgemeinen jede durch Bakterien verursachte spezifische Krankheit auch von einer besonderen Bakterienspezies verursacht wird, ist nicht einfach bequem, wie NÄGELI meint, sondern die einzige, welche mit den dermalen bekannten Thatsachen in Übereinstimmung steht.« —

Ausstattung, Register etc. sind des klassischen Buches durchaus würdig. W—N.

Illustrierte Flora von Nord- und Mitteldeutschland, mit einer Einführung in die Botanik. Von Dr. H. POTONIÉ. Berlin, M. Boas. 1885. IV, 420 S. 8⁰. (Mk. 5.)

An Hilfsmitteln zum Bestimmen der Pflanzen für den sammelnden Botaniker ist in Deutschland nachgerade kein Mangel mehr; jede Provinz, ja fast jede größere Stadt hat ihre besondere Flora. Ein neues Buch dieser Art könnte daher wohl überflüssig erscheinen. Das vorliegende zeichnet sich aber durch mehrere wesentliche Vorzüge aus. Erstens ist dasselbe mit nicht weniger als 343 sorgfältig ausgeführten Holzschnitten versehen, die zumeist außer dem Bilde der ganzen Pflanze, bezw. des Blütenstandes auch einzelne Blüten, charakteristische Blütenteile u. s. w. vergrößert darstellen — unstreitig eine namentlich dem Anfänger außerordentlich wertvolle Unterstützung beim Aufsuchen des wissenschaftlichen Namens gewährend. Und zweitens ist dies unseres Wissens überhaupt die erste Flora, die sich entschieden auf den heutigen Standpunkt der wissenschaftlichen Floristik stellt. Sämtliche früheren sind bei allen Verbesserungen der Diagnosen, der Gruppierung u. s. w. doch noch immer so verfaßt, als ob der einzige Zweck des Pflanzensammelns die Kenntnis möglichst vieler Einzelformen wäre, als ob es keinen DARWIN und HERMANN MÜLLER, keine wissenschaftliche Morphologie und keine Pflanzengeographie gäbe. Dr. POTONIÉ hat einen neuen Weg betreten, auf dem er hoffentlich recht bald Nachfolge finden wird. Sein »Allgemeiner Teil« bringt zunächst einige kurz gefaßte praktische Winke, dann aber eine geradezu musterhafte und bei aller Knappheit doch leicht verständliche Erläuterung des Wesens der genetischen Betrachtungsweise und ihrer Bedeutung für die Organographie. Es wird der Aufbau der Pflanze aus Zellen, Geweben, Gewebesystemen erklärt, letzere in Systeme des Schutzes, der Ernährung und der Fortpflanzung unterschieden, und nun erst folgt, durch das Vorhergende in ein ganz anderes Licht als gewöhnlich gerückt, die Ableitung der vielen Kunstausdrücke, die zur Verständigung über die äußere Gestaltung der Pflanzen erforderlich sind. Aus der Physiologie werden dann kurz besprochen die Lebensdauer und die Ernährung der

[1] Der biologische Begriff des fakultativen Parasitismus dürfte zumal zur Aufklärung des vielumstrittenen pathologischen Begriffes der „kontagiös-miasmatischen" Krankheiten wichtig sein (Ref.).

Pflanzen, die Bedeutung der Blüten und Blumen und die Verbreitung der Samen. Ganz besonders wertvoll und wohlangebracht ist aber Abschnitt III: Aus der Pflanzengeographie, welcher 1) die geologisch-historischen Bedingungen der Pflanzenverbreitung, 2) die klimatischen Einflüsse und 3) den Einfluß des Bodens auf die Artenverteilung bespricht und unter Aufzählung der verschiedenartigen Florenelemente, z. B. der in Mittel-, in Norddeutschland, im Rheingebiete, in Böhmen u. s. w. ihre nördliche Grenze etc. erreichenden Arten, zum erstenmal eine eigentliche Pflanzengeographie unseres Gebietes bringt. Zum Schlusse folgen Übersichten des Linné'schen und des im Buche selbst eingehaltenen Eichler'schen Systems mit Erläuterungen.

Dasselbe Bestreben, den Blick auf diejenigen Einrichtungen und Erscheinungen zu lenken, welche für das Leben der Pflanzen bedeutungsvoll sind und zum Verständnis ihres morphologischen Aufbaues beitragen können, waltet auch im »Speziellen Teile« vor, obgleich derselbe in der Hauptsache natürlich den Bestimmungstabellen gewidmet ist. Wir können hier nicht auf einzelne Beispiele eingehen und verweisen u. a. nur auf die Charakteristik der Gramineae, Orchidaceae, Primulaceae, Labiatae u. s. w., oder auf das über einzelne Gattungen, wie *Viscaria*, *Vicia*, *Aristolochia*, *Euphorbia*, *Drosera* u. s. w. Gesagte: überall findet man interessante und zu eigener Beobachtung anregende Bemerkungen, an denen wir höchstens das eine auszusetzen haben, daß es deren nicht noch viel mehr sind. Die Diagnosen haben wir bei mehrfachen eigenen Proben sehr zuverlässig und praktisch befunden, nur hätte wohl die Farbe der Blüten mehr berücksichtigt werden dürfen. — Am Ende folgt noch ein Verzeichnis der Giftpflanzen des Gebiets sowie ein ausführliches alphabetisches Namen- und Sachregister, in dem auch alle Arten nebst Hinweisen auf die Abbildungen zu finden sind.

Wir können hiernach nur aufrichtig wünschen, daß dies treffliche Buch bei Lehrern wie bei Schülern die weiteste Verbreitung finden und recht viele zur lebendigen Auffassung der Natur überleiten möge.

B. V.

Physiologische Pflanzenanatomie im Grundriß dargestellt von Dr. G. Haberlandt. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann. 1884. gr. 8⁰. 398 S.

Dieses Buch repräsentiert den ersten zusammenfassenden Versuch, die Pflanzenanatomie, welche bis vor kurzem nahezu ausschließlich deskriptiv bearbeitet worden war, vom physiologisch-biologischen Standpunkt aus zu behandeln. Diese Betrachtungsweise der Anatomie, auf zoologischem Gebiet schon lange eingebürgert, hat in der Botanik den ersten grundlegenden Anstoß durch das bekannte Schwendener'sche Werk »Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen« erhalten. Die damit angegebene Richtung hat lebhaft anregend gewirkt, indem viele Forscher, insbesondere aber die zahlreichen Schüler Schwendener's, sich ihr zuwandten. Den besten Beweis dafür liefert das Er-

scheinen des HABERLANDT'schen Buches, welches SCHWENDENER gewidmet ist und gleichsam als Festschrift zum zehnjährigen Bestande dieser Richtung* gelten kann.

Das Buch wird nicht nur dem Anfänger ein angenehmer Führer in die physiologische Pflanzenanatomie sein und ihm das Studium der trockenen deskriptiven Anatomie erleichtern, sondern jedem Naturhistoriker vielfach Interessantes bieten; naturgemäß ist die »physiologische Pflanzenanatomie« an biologischen Beobachtungen ungemein reich und eine brillante, fesselnde Darstellungsweise steht HABERLANDT wesentlich fördernd zu Gebote.

Der Fachmann wird sich mancher Ausführung und Deutung des Verfassers vielleicht entgegenstellen; es kann dies jedoch nicht wunder nehmen, da das pflanzenanatomische Gebiet noch vielfach Unerforschtes und Hypothetisches aufweist. Dies macht sich wohl auch in der Behandlung der einzelnen Abschnitte geltend, die trotz sichtlichen Bestrebens von seiten des Verfassers, eine ganz gleichmäßige Durchführung nicht zuliessen. Die Abschnitte lassen deshalb getreu erkennen, wo die Anatomie und insbesondere die physiologische, ihre größten Lücken noch auszufüllen hat und geben so manche Anregung zu neuen Untersuchungen.

Der Inhalt wird in folgende 12 Abschnitte geteilt. 1. Die Zellen und Gewebe der Pflanzen. 2. Die Bildungsgewebe. 3. Das Hautsystem. 4. Das mechanische System. 5. Das Absorptionssystem. 6. Das Assimilationssystem. 7. Das Leitungssystem. 8. Das Speichersystem. 9. Das Durchlüftungssystem. 10. Die Sekretionsorgane und Exkretbehälter. 11. Das normale sekundäre Dickenwachstum der Stämme und Wurzeln. 12. Das anormale Dickenwachstum der Stämme und Wurzeln.

Das Buch ist mit 140 Holzschnitten, zum größeren Teil nach Originalzeichnungen des Autors, sehr hübsch ausgestattet und mit einem Sachregister versehen. ***

Grundzüge der Geologie, von Dr. K. W. VON GÜMBEL. Kassel 1885. 2. Lfg.

Wie sich VON GÜMBEL, einer unserer bedeutendsten Geologen, zur Entwickelungslehre stellt, ersehen wir aus dem 5. Abschnitte des genannten Werkes, welcher „Paläontologie" betitelt ist.

Er sagt, in entwickelungsgeschichtlicher Richtung handle es sich hauptsächlich um die Frage der Entstehung, Ausbildung und Umformung der als Art unterscheidbaren Formen oder Formreihen über die engen Grenzen der gegenwärtigen Schöpfung hinaus innerhalb der großen geologischen Zeitabschnitte.

Überblicke man nun aber das ganze Gebiet des organischen Reiches der Jetztzeit und vergleiche es mit dem, wenn auch nach der Zahl und dem Umfange der Versteinerungen uns nur kümmerlich erhaltenen und bekannten Formenkreis aller früheren Zeitabschnitte der Entwickelungsgeschichte der Erde, so sprängen folgende höchst merkwürdige Verhältnisse sofort in die Augen. Zunächst bemerke man, daß von dem Formenkreis der jetzigen Lebewelt verhältnismäßig nur wenige analoge, ähnliche oder ganz gleiche Formen auch in den nächst vorausgehenden geologischen Zeitabschnitten sich wiederfinden und daß diese Ähnlichkeit oder Analogie um so geringer werde, zu je älteren Perioden wir zurückgingen. Daran

---

* Schwendener's „Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen" erschien 1874.

reihe sich die Beobachtung, daß jeder der größeren Zeitabschnitte durch einen ihm ausschließlich eigentümlichen Formenkreis der Organismen charakterisiert sei, dem sich nur an den Grenzen gegen einen früheren oder späteren Abschnitt gewisse Übergänge vermittelnd anreihen. In einem jeden solchen zeige es sich, daß gewisse Formen der früheren Zeit nicht mehr vorhanden, bereits ausgestorben seien, daß dafür jedoch neue Typen auftauchten und nach dem Maximum ihrer Entwickelung zustrebten, während eine weitere Reihe auf die Absterbeliste gesetzt sei. Jede Zeit enthalte mithin nur einzelne Glieder des großen Ganzen der organischen Welt. Dabei sei nicht zu übersehen, daß schon von den ältesten versteinerungsführenden Ablagerungen an nicht eine absolut gleichmäßige Verteilung der Arten über alle Gebiete der Erde stattgefunden habe, sondern daß zu allen Zeiten bestimmten Distrikten gewisse Eigentümlichkeiten zukamen (Eigengebiete) und daß diese örtliche Verschiedenheit im Laufe der Zeit sich immer beträchtlicher ausgeprägt habe. Trotz alledem ziehe sich doch durch das Ganze ein vermittelnder Faden des Zusammenhangs und der Zusammengehörigkeit, so daß wir die organische Welt aller Zeiten als ein einheitliches Ganzes aufzufassen hätten. Weiter lasse sich in dem mit der Zeit unaufhaltsam fortschreitenden Wechsel der organischen Formen im großen und ganzen eine gewisse Gesetzmäßigkeit und Stufenfolge der Entwickelung nicht verkennen und zwar sei dieser Entwickelungsgang in bezug auf die Mannigfaltigkeit der organischen Ausbildung und auf die weitergehende Austeilung der den einzelnen Organen zukommenden Funktionen ein fortschrittlicher. In dieser aufsteigenden Entwickelung schließe sich eins ans andere an und es lasse sich vielfach erkennen, daß das Spätere aus dem Früheren hervorgegangen sei und daß im großen und ganzen ein der embryonalen Entwickelung analoger Gang stattgefunden habe, so daß die in langer geologischer Zeit erfolgte Umbildung des ganzen Stammes in großen Zügen das sei, was wir in kürzerer Zeit an der Entwickelung einer Art oder Form beobachten können. Nachdem er noch die Misch- oder Sammeltypen erwähnt, betont er, daß die Ausprägung und Entstehung der Art in der geologischen Zeit eine allmähliche sei, daß ihr Auftreten an bestimmten Stellen und in bestimmten Schichten aber in der Regel als ein sprungweises erscheine, weil jede Einzelschicht gewisse besondere Existenzbedingungen repräsentiere, unter deren Einfluß frühere Organismen nicht vorkommen oder bestehen konnten, so daß mit Eintritt der neuen Existenzbedingungen (neue Schicht) auch eine Reihe neuer, von diesen abhängiger Lebewesen auf dem Schauplatz des Lebens erscheine, wobei jedoch nicht zu übersehen sei, daß wir zur Zeit nur einen kleinen Teil der jeweiligen Lebewelt der Vorzeit kennen, daß ein Teil noch der späteren Entdeckung harre und ein anderer, vielleicht der größere, als nicht erhaltungsfähig für unsere Kenntnis völlig verloren gegangen sei. — In bezug auf den ersten Anfang des Organischen sei man bis jetzt über philosophische Anschauungen hinaus zu thatsächlichen Nachweisen noch nicht gekommen. Die Annahme eines übernatürlichen persönlichen Eingreifens bei Erschaffung jeder einzelnen Art gehe über die Aufgabe der Naturforschung hinaus und die Hypothese, daß die organischen Keime auf Erden von anderen Himmelskörpern gekommen seien, verschiebe nur die Beantwortung der Frage, ohne sie zu fördern oder zu lösen. Mit großer Wahrscheinlichkeit müsse man eine Urzeugung des Organischen aus unorganischen Stoffen in umgekehrtem Gange, wie das Organische wieder sich in unorganische Verbindungen zurückverwandle, annehmen, doch scheine sie an gewisse Bedingungen geknüpft und auf gewisse Fälle beschränkt zu sein, wäre deshalb keine maß- und grenzenlose, aber schon ursprünglich eine mannigfache gewesen, daher nicht anzunehmen, daß alles Organische aus einer einzigen Urform hervorgegangen sei und daß sich dieser Bildungsprozeß nur einmal vollzogen habe.

Dresden. H. Engelhardt.

Ausgegeben den 15. September 1885.

Die Eleaten.

Von

B. Carneri.

Ungescheut kann man jedem, der für die Behauptungen der Philosophen aus Elea: Xenophanes, Parmenides, Zeno, nur ein mitleidiges Lächeln hat, allen echt philosophischen Geist absprechen. Auf den ersten Blick sieht es freilich kindisch aus, wenn man sagt, das Fliegen des Pfeils sei eine Täuschung, der Pfeil ruhe; und Achilleus könne in Wirklichkeit eine Schildkröte nicht einholen, die vor ihm einen Vorsprung voraus hat. Es ist auch nichts leichter, denn solche Behauptungen thatsächlich zu widerlegen. Allein die Eleaten kamen mit Gründen, und Gründen hat man Gründe entgegen zu setzen. Es hat seine volle Richtigkeit, daß, wenn man den Zwischenraum, welcher Achilleus von der Schildkröte trennt, in zwei Hälften teilt, Achilleus die erste Hälfte des Weges durchlaufen haben muß, bevor er zur zweiten Hälfte gelangen kann. Nun läßt sich aber auch die Hälfte des Weges in zwei Hälften teilen, wovon wieder die eine durchlaufen sein müßte, ehe an das Durchlaufen der andern zu denken wäre, und so fort ins Unendliche, so daß in Wirklichkeit Achilleus nicht vorwärts kommen kann. Der Accent liegt auf »in Wirklichkeit«, und dasselbe Problem bietet uns der fliegende Pfeil, wenn wir seine Bahn in absolute Punkte oder zeitlose Augenblicke aufgelöst denken. Eine Reihe zeitloser Punkte kann keine Bewegung ergeben. Wir haben damit nichts anderes vor uns als die konziseste Formel, in der die Idealisten von damals ihren Gegensatz zu den Realisten von damals zum Ausdruck bringen konnten.

Die Ionier: Thales, Anaximander, Anaximenes, von der Stofflichkeit ihrer Weltanschauung auch die Hyliker genannt, die Physiologen, die Realisten von damals, suchten das absolut Wirkliche in der die Sinne affizierenden Körperlichkeit. Diese wollten sie als das wahrhaft Seiende erfassen und hielten sich bald an das eine, bald an das andere der vier Elemente. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sie in einer Täuschung begriffen waren, wenn sie mit bezug auf die Körperwelt von absolutem Sein und absoluter Bewegung sprachen, und da kann man nur staunen über die Präzision, mit der die Eleaten Stellung nahmen, und höchstens darüber lächeln, daß deren Gegner mit einem Argument zu kommen meinten,

wenn z. B. der Cyniker Diogenes von Sinope aufstand und auf und ab ging. Die Ionier suchten das Unendliche im Endlichen, das Unbegrenzte im Begrenzten: aus dem, was für ihre Sinne Sein und Bewegung war, aus dem relativ Wirklichen, wollten sie ein absolut Wirkliches konstruieren. Sein und Bewegung sind aber im absoluten Sinn nur zu fassen, indem man sie faßt als das Ansich des Seins und der Bewegung, d. h. indem man das wegdenkt, richtiger gesprochen, nicht mitdenkt, was unsere räumlich-zeitliche Sinnesauffassung bei der Erzeugung des relativen Seins und der relativen Bewegung hinzuthut. Wir haben dabei, wollen wir uns nicht in das Gebiet des Absoluten verlieren, gerade so vorzugehen, wie wir vorgehen, wenn wir vom Ansich der Dinge oder Erscheinungen reden. Was wir als Sein und Bewegung wahrnehmen, ist nichts als Erscheinung. Wie kein Ansich der Dinge im gemeinen Sinn, so gibt es kein absolutes Sein und keine absolute Bewegung im gemeinen Sinn: man denkt dabei etwas sich Widersprechendes. Dies und nicht mehr haben die Eleaten den Ioniern gegenüber bewiesen.

Allein diesen Widerspruch hat man zu verstehen und zu lösen, nicht dabei zu beharren, und das letztere thut man, mag man dann den Standpunkt der Ionier oder den der Eleaten als den allesumfassenden erklären. Man kann mit den Eleaten die Wirklichkeit der Bewegung leugnen, indem man nämlich unter dem Wirklichen das absolut Wirkliche und unter der Bewegung unsere relative körperliche Bewegung versteht. Aber man darf nicht sagen, Bewegung sei überhaupt nicht, und damit auch leugnen, daß es die relative Bewegung für uns gibt. Es ist dies dasselbe, als wollte man, wie es die Ideologen oder Hyperidealisten thun, den Stoff überhaupt leugnen. Dann wären die Dinge ausschließlich das Werk unserer Sinne, wäre aber auch nicht abzusehen, warum wir, wo für uns bei normaler Auffassung ein Baum steht, nicht auch ein Haus oder ein Tier uns erscheinen lassen könnten. Diesen Sinn hat die Erscheinung oder das uns erscheinende Ding nicht. Wie der Baum in Wirklichkeit ist, wissen wir allerdings nicht; aber daß er in Wirklichkeit anders ist als ein Haus oder ein Tier, daß der Stoff durch das, was wir nur als Bewegung zu denken vermögen, Änderungen erfahre, darüber können wir nicht in Zweifel sein, solang wir nicht in Zweifel sind über unsere Existenz, die wir ja auch für keine absolute halten. Oder sollte auch unser Organismus mit seiner sinnlichen Empfindung auf nichts beruhen? Gewiß sind für uns die Dinge nur Empfindungskomplexe; allein eben weil wir empfinden, sind wir nicht bloße Gedankendinge und liegt dem Empfundenen und Empfindenden Realität zum Grunde.

Ebenso verhält sich's mit der Bewegung. Die bestimmte, uns in die Erscheinung tretende Bewegung hat nicht absolute Wirklichkeit, aber ihr liegt eine Bewegungsbedingung als ihr Ansich zu Grunde; sonst könnte sie nicht in die Erscheinung treten. Weil wir diese und jene relative Bewegung wahrnehmen, so nehmen wir eine wirkliche, absolute Bewegung an, schreiben wir dem Stoff nicht nur Sein, sondern auch Bewegung zu. Und da wir die relative Bewegung als eine endliche kennen, so mögen wir die absolute Bewegung nur als eine unendliche denken.

Wollte man uns da bemerken, eine unendliche Bewegung sei absolute Ruhe, so haben wir nichts dagegen, falls man unter dieser Ruhe die Verneinung der endlichen oder relativen Bewegung versteht; denn nichts anderes meinen wir mit unendlich. Auf eine nähere Bestimmung des Absoluten lassen wir uns nicht ein, weil wir nicht zu den Ioniern gehören, wie wir auch, weil wir nicht zu den Eleaten gehören, das Absolute nur als die Negation des Relativen denken, nicht aber als die Negation überhaupt. Dies hat auch Locke damit ausgesprochen, daß wir nur einen negativen, nämlich unbegrenzten Begriff des Unendlichen haben. Eben weil wir eine unendliche Ausdehnung nur als grenzenlos denken können, hat unsere Phantasie dafür, wie schon Spinoza gesagt hat, keine Vorstellung, kein begrenztes Bild: wir kommen über den bloßen Begriff nicht hinaus.

Die Eleaten waren die ersten Skeptiker und Bahnbrecher des Kritizismus. Was sie fünf Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung in einer vielleicht im Verhältnis zum damaligen Denken zu sehr entwickelten, d. h. verkünstelten und darum dunkeln Sprache geleistet haben, ist bewunderungswürdig. Allein nicht an der Dunkelheit der Sprache liegt's, daß Heraklit bald den Ioniern, bald den Eleaten zugezählt worden ist. Er stand in der Mitte zwischen beiden Schulen als der erste Realidealist. Er leugnete das Sein, aber ebenso das Nichtsein und dachte das Werden, ein unbegrenztes Entstehen und Vergehen, als das allein Wahre, weil Anfang- und Endelose. Sokrates sagte von seinem Buche: »Was ich davon verstanden habe, ist vortrefflich, und was ich nicht verstanden habe, von dem glaube ich, daß es ebenso beschaffen sei; aber es erheischt einen wackern Schwimmer, um durchzukommen.« Cicero's Ausspruch, Heraklit habe absichtlich dunkel geschrieben, ist nur ein in Eitelkeit gehülltes Bekenntnis, ihn nicht verstanden zu haben. Das anfang- und endelose Werden ist auch in der That der schwierigste Begriff, und nur die monistische Weltanschauung der Neuzeit beginnt allmählich ihm gerecht zu werden. Erst mußte durch Kant die Transscendenz überwunden und durch Darwin die Teleologie überflüssig gemacht werden. Wir kennen keine unwandelbaren Gattungen mehr. Unsere Zeit sah die Schranken fallen, die das Ei vom Embryo und diesen vom Erwachsenen trennten, und wir erblicken in diesen drei Zuständen die Einheit eines Organismus, der unter der Herrschaft eines und desselben Gesetzes verschiedene Entwickelungsstadien durchläuft. Mit Claude Bernard's eigenen Worten zu reden: »Die Natur bietet uns nirgends das Schauspiel einer Schöpfung dar; sie ist eine ewige Fortsetzung (Leçons sur les Phénomènes de la vie, Paris 1878, p. 386). Daraus erhellt, daß man selbst vom relativen Sein des einzelnen nur reden kann, insofern seine Vergangenheit und Zukunft als ein Ganzes aufgefaßt wird: sein Dasein, seine Existenz ist nur eine ununterbrochene Evolution.

Je größer die Fortschritte sind, welche im Naturerkennen auf Grund einer einheitlichen Weltanschauung sich vollziehen, desto notwendiger ist es, der alten Eleaten nicht zu vergessen. Vom Standpunkt des Werdens aufgefaßt, gewinnt die Erscheinungswelt einen positiven Charakter, der nur zu leicht verführt, der sinnlichen Gewißheit eine Wirklichkeit

beizumessen, die in den naiven Realismus zurückwirft, für welchen die Materie als solche existiert. Daß dieser damit erst recht ins uferlose Meer des Abstrakten hinüber steuert, ahnt er am allerwenigsten; und treffend sagt A. Riehl in seiner Freiburger Antrittsrede: »Die latente Metaphysik der Naturwissenschaft ist der Materialismus.« (Freiburg im Breisgau und Tübingen 1883, S. 36.) Aber auch sein Todfeind ahnt das nicht; denn kaum wagt der Materialismus kühner sich hervor, gleich erhebt sein anderes Extrem, der selbst über das Ziel der Eleaten hinausschießende Ideologismus das Haupt. Auch dieses Haupt hat ein doppeltes Antlitz und blickt mit dem einen — die Extreme berühren sich — in ein allzuwirkliches Reales. Eigentliche Wirklichkeit, absolute Gewißheit ist von Anbeginn das Hauptziel des menschlichen Denkens gewesen, und die Begriffe der Eleaten verkörperten sich allmählich zu den Ideen Platon's. Diese, und noch mehr was später aus Platon's Ideen gemacht wurde, ergaben jenen Ideologismus, der nicht bloß das, was am einzelnen die Art ausmacht, das Allgemeine gegenüber dem Besondern, als das Wirklichere — wir brauchen den Komparativ, weil es sich da nur um Gradunterschiede handeln kann — betrachtet, sondern den Begriffen eine Wirklichkeit zuschreibt, die sie zu Wesen macht, welche der Verstand nicht aus den Erscheinungen abstrahiert und vielmehr als das eigentlich Sachliche angeboren in sich trägt. Dieser Ideologismus, der vom gewöhnlichen durch einen Inhalt sich unterscheidet, schuf eine neue Art Realisten, welchen der inhaltlose Ideologismus mit der Erklärung entgegentrat, es seien die Begriffe nur leere Namen, wonach sich die Vertreter desselben Nominalisten nannten. So entstand innerhalb des Ideologismus ein Gegensatz, der durch die ganze Geschichte der Philosophie sich hindurchzieht, im Mittelalter eine große Rolle spielte und, solang es Philosophie gibt, immer wieder eine gewisse Beachtung sich zu verschaffen wissen wird.

Die Verwandtschaft mit dem Gegensatz der Eleaten und Ionier ist unverkennbar und das Interessanteste daran ist die Gleichheit der Wirkung, wenn man die praktischen Folgen in betracht zieht. Aller Realismus hat die Tendenz, auf die Materie zu viel Gewicht zu legen und allmählich, das ideale Moment ganz aus den Augen verlierend, zum naiven Materialismus überzugehen. Die Philosophen, welche in der soeben entwickelten Bedeutung sich Realisten nannten, würden sich gewiß entsetzen, den Materialisten sich angereiht zu sehen. Dennoch ist ihre Verdinglichung des Begriffs Geist eine ganz materialistische, durch die er in recht irdische Interessen verstrickt wird. Es war dies am auffälligsten in ihrem Verhältnis zur kirchlichen Theologie, welcher gegenüber sich die Nominalisten die Denkfreiheit immer rein bewahrt haben. Ledig aller dogmatischen Fesseln, haben sie in einer finstern Zeit für den Fortschritt im Denken so wacker gekämpft, daß auch spätere Jahrhunderte sie anerkennen mußten als die Streiter für wahre Erleuchtung. Wir wissen sehr gut, daß wir auf einen erbitterten Widerstand stoßen werden, wenn wir hier die Frage nach dem richtigen Idealismus stellen. Jene Realisten und ihre Nachfolger, die Spiritualisten, werden sich stets als seine Erbpächter betrachten. Allein die andere

Welt, die uns da als erreichbar entgegentritt, gleichviel ob nach religiösem oder philosophischem Zuschnitt, schließt das eigentliche Ideal aus.

Es muß eben die Sache ganz kaltblütig beurteilt werden. Man würde nur bare Unkenntnis an den Tag legen, wollte man den idealen Zug verkennen, der das religiöse Gefühl vom gemeinsten bis zum edelsten charakterisiert. Aber nicht weniger würde man das wahre Wesen des Ideals verkennen, wollte man sich der Einsicht verschließen, daß es in der Unerreichbarkeit liegt. Die andere, bessere Welt, und schon die überirdische Unsterblichkeit, ohne jede nähere Bestimmung der bessern Welt, spricht eine Verwirklichung des auf Erden unerreichbaren Schönen, Guten und Wahren, mithin des Idealen aus. Die Folgen sind auch danach. Der seine eigentliche Heimat im Jenseits hat, gehört dem Diesseits nur mit dem halben Herzen an. Die Leiden dieses Lebens betrachtet er als heilsame Prüfungen; und dies mit um so kühlerer Unbefangenheit, wenn es ihm dabei nicht an die eigene Haut geht. Selbst das irdische Wohl des Vaterlandes tritt in die zweite Linie, sobald es sich um Dinge handelt, die mit dem Glauben nicht in direkter Verbindung stehen. Was sind gegen das himmlische alle irdischen Interessen! Irdische Ideale sind, wenn sie nicht zum Ewigen führen, streng genommen sündhaft. Wir wissen schon, daß die Sache nicht immer so streng genommen wird, zumal wenn es die eigene Person betrifft. Das Menschliche am Menschen ist auch in jenen Kreisen bekannt. Zu behaupten, daß dort immer mit der absoluten Wage gewogen wird, wäre ebenso ungerecht, als wollte man die Mildthätigkeit der Gläubigen mißachten. Unter ihnen ist vielmehr die offizielle Mildthätigkeit zu Hause. Aber diese mildthätige Liebe ist »kühl bis ans Herz hinan« gegenüber der Glut des Herzens, für das es nur menschliche Ideale gibt. Es ist ein ganz eigenes Gefühl, mit dem man die Menschheit betrachtet, wenn man sich dabei sagt: über dich hinaus gibt's für mich nichts. Man muß die tiefe Rührung kennen, die Einen dabei plötzlich ergreift, und die Begeisterung, mit der man etwas zu leisten strebt für die Menschen, die schon so Großes geleistet haben. Und das Größte, das sie geleistet haben, haben sie immer geleistet einem Ideal nachstrebend, von dem sie wußten, daß sie sich ihm nur nähern, nie es erreichen konnten. Für das Wissen gibt es keine Vollkommenheit, und man muß Herr geworden sein des Schmerzes über den Verzicht auf das Vollkommene, um an einer idealen Richtung sich genügen zu lassen.

Wir werden niemals behaupten, daß jeder diesen Weg gehen kann, und darum auch niemals Anstand nehmen, jedem, der glauben kann, zu sagen: Glaube, wenn dein Glaube dich selig macht. Aber den echten Glauben muß man eben haben. Niemand kann sich ihn selbst geben und gar vieles, das als religiöser Glaube sich ausgibt, ist wie der Spiritismus der modernen Spiritualisten ein abscheulicher Aberglaube. Der echte Glaube schwingt sich hoch empor über die Sinnesthätigkeit, deren Zeugnisse ihm überflüssig sind. Sobald er danach verlangt, und dies ist der Fall, wenn er zu Wundern seine Zuflucht nimmt, dann ist er schon nicht mehr der ganze, volle, reine Glaube, und der Weg zum

Aberglauben ist bereits betreten. Dieser erhebt sich niemals über die Sinnlichkeit und erhält sich vielmehr durch Wunder, d. h. Sinnestäuschungen. Die sinnliche Gewißheit hat ihren Wert und einen hohen Wert; nur liegt er nicht in dem, worin der Ungebildete ihn sucht. Ihr Wert liegt für den, der als das, was sie darstellt, sie zu fassen gelernt hat, in der Kontrolle unserer Erfahrung. Die korrekte Wahrnehmung ermöglicht durch ihre Beharrlichkeit nicht nur die Probe, welche vorzunehmen die verschiedene Thätigkeit der einzelnen Sinne uns gestattet; sie versetzt uns auch in die Lage, die Verhältnisse der Dinge zu einander festzustellen und damit Größen zu gewinnen, auf welche gestützt der Verstand, wo er gleiche Ursachen findet, auf gleiche Wirkungen schließt. Dem Aberglauben ist die Kausalität ein Greuel, weil er nicht erfahren will, was aus den Erscheinungen sich ergibt, sondern will, daß ihm erscheine, woraus sich das ergibt, was er zu erfahren wünscht. Die sinnliche Gewißheit hat für ihn volle Wahrheit, aber eine seltsame, lichtscheue Wahrheit: er macht seine Experimente im Halbdunkel, wo nicht gar in finsterer Nacht, damit er durch die Sinne getäuscht werden könne und der Unverstand in die Lage komme, von gleichen Ursachen auf ungleiche Wirkungen zu schließen. An die Stelle des Geistes tritt das Gespenst und die unkundige Vorzeit mit ihren Hexen nimmt sich harmlos aus gegenüber der kundigen Neuzeit mit ihren Medien. Es ist eine beliebte Wendung, sobald laute Entrüstung diesen geisterbeschwörenden Zauberern ein Halt zuruft, den Entrüsteten vorzuwerfen, daß sie, die als wissenschaftlich hochgebildet sich brüsten, auf dem Standpunkt jener stehen, welche seinerzeit die Hexen verbrannten. Die die Hexen verbrannten, waren jene, welche an Hexen glaubten.

Der den Glauben nicht hat und an den Aberglauben sich klammert, dem fehlt eben, was allein ihn würdevoll aufrichten könnte, der Sinn für das Ideale. Diesen Sinn zu wecken und zu pflegen, ist die erste und letzte Aufgabe einer weisen Erziehung. Ein Mensch, dessen Denken und Fühlen eine ideale Richtung genommen hat, wird nie dem Optimismus huldigen, aber auch dem Pessimismus nie verfallen; denn sein Denken ist notwendig ein klares und umfassendes. Wie der Optimismus einer Beschränktheit, so entspringt der Pessimismus einer Zerfahrenheit des Denkens. Der richtige Idealismus fußt nicht auf einer Überspannung der Ideen, sondern auf ihrer einheitlichen Zusammenfassung als Gesamtheit. Die Dinge haben für uns ihre Wahrheit in unsern Begriffen, diese aber haben sie in ihrem Verhalten zu einander, durch das sie aus den Dingen ein Ganzes bilden — unsere Welt. Die Erkenntnis hat ein praktischeres Ziel als die Auffindung des letzten Grundes oder absoluten Wertes der Dinge; und zu praktischer Erkenntnis gelangt nur derjenige, der die Dinge in ihrer Zusammengehörigkeit zu verstehen trachtet. Das ist der Weg des wahren Fortschritts im Denken und zur Einsicht, daß nichts wertlos, aber auch alles nur wert ist in seiner Beziehung auf ein Ganzes.

Indem wir dies aussprechen, und noch mehr indem wir diesen Begriff des Wertes auf die menschlichen Handlungen anwenden wollen, ist

uns, als blickten, uns zur Vorsicht mahnend, aus lichten Höhen die Eleaten auf uns nieder. Denken wir das Universum als sich entwickelnd, so begreift es Arten in sich, die ausnahmslos voneinander abhängen und die wir in dieser Beziehung als eine Gesamtheit ideell auffassen können, ohne ihr darum Grenzen zu setzen: wir sprechen damit nichts anderes aus als unsere Zusammengehörigkeit mit dem, was wir unsere Welt nennen. Unsere Welt immer genauer kennen zu lernen und über vieles Gewißheit zu erlangen, liegt in unserer Macht. — Auch das ist Dogmatismus, hören wir rufen; es gibt gar keine Gewißheit. — Der Einwurf trifft uns aber nicht; denn der Dogmatismus strebt über das menschliche Wissen hinaus, mit welchem wir uns begnügen: er greift nach dem Absoluten, und was er Gewißheit nennt, hat einer Gleichung ohne Rest zu entsprechen. Von unserem Standpunkt aus, der vom unvollkommenen Menschen nichts Vollkommenes fordert, gibt es immer einen Rest; aber es ist ein Rest, der uns nichts angeht und der, wie riesig er auch von einem andern Standpunkt sich ausnehmen mag, für unsern Standpunkt bedeutungslos ist, weil er uns nichts angeht. Wir können uns gar nicht Dogmatismus zu schulden kommen lassen, solang wir nie von Gewißheiten überhaupt sprechen, sondern nur von Gewißheiten, die es für den Menschen gibt, und solang unsere Hypothesen nicht den Zweck haben, Übermenschliches zu erklären, sondern nur trachten, den Zusammenhang unserer Erfahrungen herzustellen.

Nicht auf den Umfang unserer Kenntnisse, sondern darauf kommt es an, daß nicht mitten hindurch ein Riß gehe, den wir nur in Widerspruch mit unsern Kenntnissen schließen können. Sowenig als der Umstand, daß der Mensch nie zu Ende kommen wird mit der Erweiterung und Vertiefung seines Wissens, darf die Unbegrenztheit des Universums uns hindern, mit der Welt uns auseinander zu setzen. Wie wir die Welt verstehen, verstehen wir uns selbst, und wir dürfen uns kein Rätsel bleiben, wollen wir dieses Leben mannhaft ertragen. La Place sah sich genötigt, die Anziehungskraft der Weltkörper als eine augenblicklich wirkende zu denken. Die fabelhaften Räume, welche die Sterne in unglaublich kurzer Zeit durchfliegen, sowie die sogenannten Wirkungen in die Ferne streifen die Unbegreiflichkeit ab, sobald wir einsehen, daß unsere Vorstellungen von Entfernung und Schnelligkeit für das Weltall keinen Sinn haben. Wir haben vorhin nicht dagegen protestiert, daß man, was wir unendliche Bewegung nennen, als Ruhe auffasse, und gehen nun selbst so weit, das im Weltall als Ganzem sich verwirklichende Sein als absolute Gegenwart zu denken. Daß es für uns, für die alles Sein in Vergangenheit und Zukunft zerfällt, keine eigentliche Gegenwart gibt, stimmt dazu ganz vortrefflich. In unserm Verhältnis zum Ganzen liegt unsere ganze Bedeutung, und die Negativität des Absoluten und Unendlichen ist es, durch die unsere relative Endlichkeit zu etwas Positivem wird. Alles natürliche Denken beginnt mit der ionischen Auffassung und findet, soll es anders zu einem widerspruchlosen Abschluß kommen, im Standpunkt der Eleaten sein Korrektiv. Wir sagen: im Standpunkt, nicht: in den Resultaten, zu welchen die Philosophen aus

Elea gelangten, weil ihre Kampfweise nur einen polemischen Wert hatte. Die richtige Auffassung begreift in sich die wechselseitige Läuterung beider Anschauungen. Unser Facit wenigstens ist folgendes: wir haben das Absolute zu verstehen und das Relative, das unser eigentliches Element ist, richtig schätzen zu lernen; dazu genügt aber vollkommen die negative Auffassung des Absoluten.

Das Streben nach einer positiven absoluten Erkenntnis beruht auf einem großen Irrtum, und ein ebensogroßer Irrtum ist es, zu denken, daß eine absolute Erkenntnis uns von Nutzen wäre, den Wert unserer Handlungen erhöhen würde. Was könnten wir damit anfangen? Wenn Einer weiß, daß er einen vielfachen Millionär nie beerben wird, welches Interesse hat es für ihn, die Zahl seiner Millionen zu kennen? Würde dies für ihn einen höheren Wert haben, als bloß zu wissen, daß es ein Vermögen sei, das er nie sein eigen nennen wird? Bleiben wir bei diesem Beispiel. Nichts ist verderblicher denn die Beschäftigung mit fremden Vermögen, die uns nichts angehen. Wir bilden uns schließlich ein, zu besitzen, was wir nicht besitzen, und richten uns das Leben in einer Weise ein, die früher oder später zu einer schmählichen Enttäuschung führen muß. Auf eigenen Füßen zu stehen und mit soliden eigenen, wenn auch noch so bescheidenen Mitteln zu arbeiten, ist der einzige sichere Weg zu würdigem Erfolg. Mit den eingebildeten geistigen Vermögen verhält sich's nicht anders. Die Willenskraft schätzen wir darum, weil wir sie als keine für sich existierende Kraft betrachten, nicht weniger hoch; eine richtige Erkenntnis ihrer wahren Natur versetzt uns nur in die Lage, sie zu erhöhen, richtig zu üben und zur Seele unserer Individualität zu machen. Ein eigenes Urteilsvermögen, das mit dem Vermögen zu wollen nicht identisch, folglich ewig in Streit wäre, müßte früher oder später mit der Entnervung oder Verrücktheit des Individuums enden. Aus dem einheitlichen Zusammenspiel unserer Empfindungen ergibt sich unsere Intelligenz und diese ist identisch mit unserer Willenskraft. In der Gedankenlosigkeit, mit der man Althergebrachtes ungeprüft weiterführt, liegt es, daß man keine Ahnung hat von den Schwierigkeiten, die man sich in den Weg legt, indem man mit übernatürlichen Erklärungen vorwärts zu kommen meint. Entsteht aber endlich aus den aufgehäuften Schwierigkeiten eine unerträgliche Verwirrung, so atmet man auf bei der Einsicht, daß jede Erklärung durch ein Unerklärliches keine Erklärung und alles Hereinziehen des Jenseitigen in das Diesseitige ein Verzicht auf das Verständnis des uns zunächst Berührenden ist.

Heute wird dies auch bereits von jedem unabhängig Denkenden zugegeben. Nur praktische Besorgnisse machen sich noch geltend. Man meint, alle Willensenergie sei dahin, sobald wir uns sagen müßten: was wir für unsere eigene Willenskraft gehalten haben, sei nur eine Gleichgewichtsstörung widerstreitender Triebe, und wenn diese einmal im Gang, sei nichts mehr zu machen. Tugend und Verdienst gewinnen allerdings dadurch ein anderes Antlitz, und da meint man, die ganze Möglichkeit eines ethisch erhobenen Menschen sei damit über Bord geworfen. Wie wenn es keinen Schnellläufer mehr gäbe seit dem Aus-

spruch der Eleaten! Oder wie wenn, seit wir über die Vorgänge beim Sehen besser unterrichtet sind, die Aufmerksamkeit, mit der wir einen Gegenstand beobachten, eine weniger gespannte und eindringliche wäre als zur Zeit, da wir meinten, unsere Seele umfasse mit dem Auge thatsächlich die Dinge um uns her! An keinem Vorgang in und außer uns wird durch eine genaue Kenntnis der Momente, in die er sich auflösen läßt, etwas geändert. Die einzige Folge der richtigen Kenntnis ist die, daß an sie falsche Schlüsse, welche die unrichtige Kenntnis gestattete, nicht mehr zu knüpfen sind. Oder stehen wir weniger fest auf unsern Füßen und können wir die fruchtbare Scholle nicht mehr bebauen, weil die Astronomie uns lehrt, daß die Erde, nicht zufrieden mit ihrer Drehung um die eigene Achse, außerdem noch und mit einer Schnelligkeit um die Sonne sich bewegt, daß wir ebenso rasch laufend in $22^1/_2$ Minuten um die ganze Erde kommen würden?

Gerade aus der Einheitlichkeit unseres Wesens ergibt sich die Glut unseres Empfindens, die Klarheit unseres Verstandes und die Energie unseres Willens. Daß wir kein Verdienst ansprechen, wenn unsere ganze Natur uns treibt, in den Wogen eines reißenden Stroms unser Leben aufs Spiel zu setzen, um einen Mitmenschen zu retten, ändert nichts daran, daß dies ein Zug unseres Charakters ist. Der Gerettete wird uns gewiß nicht weniger dankbar sein, als wenn wir ihm beigesprungen wären auf Grund eines freien Entschlusses. Ihm ist die That eine wertvolle, weil sein Leben ihm dabei die Hauptsache war: uns ist sie wertvoll, weil unser Leben uns dabei die Nebensache war. Worauf es ankommt, ist, daß unser Charakter danach sei, daß wir nicht bloß, wann wir uns dazu entschließen, sondern jederzeit uns als ein für die Menschheit wertvolles Individuum erweisen. Mit diesem Bewußtsein ist eine Glückseligkeit verbunden, welcher keine andere gleichkommt. Was wir thun im Streben nach dieser Glückseligkeit, ist Tugend, und was in der Tugend zum Ausdruck kommt, ist die Einheit der Natur in ihrer höchsten Entwickelung — im empfindenden Menschen.

An jene, welche da noch immer an eine höhere Tugend denken, weil sie von der Gewohnheit nicht lassen können, sie mit dem Verdienst in Verbindung zu bringen, das es allerdings nur geben kann, wenn unsere Handlungen einer wahrhaftigen Willensfreiheit entspringen — möchten wir alles Ernstes die Frage richten, ob sie wirklich glauben, daß es die Tugend überhaupt geben würde, wenn der Mensch, über der allgemeinen Kausalität erhaben, nach schrankenloser Willkür handeln könnte? Es würde gar keine Tugend geben, weil die Willensfreiheit wie die Seele in der gewöhnlichen Bedeutung ein Sein voraussetzt, das mit den Verhältnissen dieses Lebens unvereinbar wäre. Das gesetzmäßige Werden der gesamten Entwickelung wäre durchbrochen, weil ein durchbrochenes Kausalgesetz kein Kausalgesetz mehr wäre, und es gäbe nicht bloß kein Sein, es gäbe auch kein Werden, es gäbe nichts; denn das Chaos und das Nichts sind gleichbedeutend, wie wir schon aus der göttlichen Schöpfungsgeschichte wissen. Und ist es auch der Mensch, der die Gesetzmäßigkeit in die Natur hineingelegt hat: solang es Menschen geben wird, wird diese Gesetzmäßigkeit eins sein mit der Natur und der Mensch

der letzte, der dieses Gesetz bricht. Das absolute Handeln ist wie das absolute Wissen keine Frucht dieser Erde; und zeigte man uns einen Garten, in welchem derartige Früchte treiben, und wollte man alle unsere Bestrebungen auf dem Gebiete der Ethik für null und nichtig erklären, solang wir nicht solche Früchte zu pflücken vermögen: wir würden niemals diesen Garten betreten. Die Eleaten halten Wacht an seiner Schwelle, und der geistvolle PARMENIDES lächelt. Der sich hinüber wagt, wagt einen kühnen Lauf; aber wäre er selbst der Renner Achilleus, die erste beste Schildkröte spottet seiner.

Riesen und Zwerge.

Von

K. Fuchs (Oedenburg).

II. Teil.

Der reduzierte Mikro-Mensch.

1. Hartteile.

Unter dem reduzierten Menschen verstehe ich einen Mikromenschen oder einen Makromenschen, dessen Organe derart umgeformt sind, daß sie ihm annähernd dieselben Dienste leisten wie dem normalen Mesomenschen. Es soll zuerst der Mikromensch behandelt werden, und zwar die einzelnen Organe und Verhältnisse in der Reihenfolge, in der sie bisher besprochen worden sind.

Skelett. Die Festigkeit der Knochen des Me steht in einem gewissen Verhältnis zum Körpergewichte. Die Schädelknochen werden beispielsweise zertrümmert, wenn ein gewisses Vielfaches des Körpergewichtes den Schädel belastet, oder das Brustbein wird eingedrückt, wenn das zweifache Körpergewicht auf ihm lastet. Oben haben wir aber gesehen, daß ein Mi-Knochen die zehnfache relative Festigkeit hat, und daraus folgt, daß das Mikroskelett die normale Festigkeit haben wird, wenn seine Festigkeit auf ein Zehntel der Festigkeit reduziert wird, die das Skelett bei proportionaler Verkleinerung der Menschen zeigen würde. Dieser Satz eröffnet weite Perspektiven, und es soll eine Reihe Konsequenzen gezogen werden.

Die Reduktion auf ein Zehntel der Festigkeit kann dadurch erreicht werden, daß der Querschnitt des Knochens verringert wird, u. z. zeigt die Rechnung, daß er auf ungefähr ein Viertel reduziert werden müßte. Dann ist aber auch das Volumen und hiermit auch das Gewicht des

Knochengerüstes viermal kleiner. Das Skelett macht dann einen viermal kleineren Teil der Körpermasse aus und es braucht die Knochenmasse nur viermal spärlicher sich zu entwickeln. Wenn indes die chemischen Umwandlungen im Mi-Leibe ungeändert bleiben und die alte Menge Knochensubstanz sich bilden soll, dann sind drei Viertel der Knochen zu beliebigem Gebrauche bereit, und Mi könnte viermal so viel Knochen haben als Me, er könnte 8 Beine und 8 Arme, viermal so viel Rippen, viermal so viel Schulterblätter, viermal so viel Beckenknochen, d. h. einen vollkommenen Knochenpanzer haben, ohne daß deshalb irgend ein Knochen schlechter seinen Zweck erfüllen würde als bei Me und ohne daß das Skelett im Verhältnis zum Körpergewicht größer wäre als bei jenem.

Für ein Tier ist es wohl von großem Vorteil, wenn es einen natürlichen festen Panzer hat. . Sollte aber das Knochenmaterial eines Mesomenschen zu einem äußeren Skelett gleich dem der Käfer verarbeitet werden, so würden die Knochenlamellen so dünn, daß sie ihren Zweck als Schutz sehr unvollständig erfüllen und durch die häufigen Brüche den ganzen Organismus immer wieder in invaliden Zustand werfen würden. Anders ist es bei Mi. Wenn dessen Knochenmaterial zu einem äußeren Skelette verarbeitet wird, so ist dies relativ zehnmal fester als ein äußeres Skelett eines Me und kann sehr wohl seinen doppelten Zweck, nicht nur als Stütze, sondern auch als Schutzwehr erfüllen.

Die Reduktion des Skelettes kann auch dadurch erfolgen, daß das Material der Knochen wesentlich unvollkommener, lockerer, weniger fest ist. Das Knochenmaterial kann vom allgemeinen muskulösen oder bindegewebartigen Material weit weniger differenziert oder weit kalkärmer oder weit wasserreicher sein, ohne seinen Zweck schlechter zu erfüllen als das Skelett des Me. Je kleiner also ein Tier ist, um so geringere Stoffdifferentiationen sind notwendig, um seinem Körper die erforderliche Festigkeit zu geben.

Die gefundenen Resultate können wir folgendermaßen zusammenfassen: Das Skelett von Mikrotieren ist relativ zehnmal fester als das der Me-Tiere. Ein Mikrotier kann daher, ohne die Festigkeit irgend eines Organs unter das bei Me vorhandene Maß zu drücken und ohne mehr Material zu beanspruchen, an Stelle eines inneren, bloß stützenden, ein äußeres, zugleich stützendes und schützendes Skelett oder vielmal mehr Knochen, vielmal mehr Gliedmaßen oder viel weniger differenziertes Knochenmaterial oder ein vielmal leichteres Skelett haben. Man könnte kurz sagen: bei Mi werden drei Viertel des Knochenmateriales disponibel.

Es ist natürlich, daß das Mikrotier seinen Vorteil nicht ausschließlich in Einer Richtung ausnützen muß, und ein Mi^2-Tier oder Mikrotierontier, das hundertmal kleiner dimensioniert ist und bei dem, wie die Rechnung zeigt, $^{24}/_{25}$ des Knochenmateriales disponibel werden, kann gleichzeitig ein äußeres Skelett, eine größere Anzahl Füße, Flügel, viele Kiefer, sehr schlanke Hilfsknochen und ein minder festes Material besitzen. Ich mache darauf aufmerksam, daß dieses Skelett sich auffallend dem Arthropodenskelette nähert, und es wird sich Schritt für Schritt immer klarer herausstellen, daß für kleine Tiere der Insektenbau in demselben

Maße vom Standpunkte der Mechanik der zweckmäßigste ist, als es der Säugerbau für die größeren Tiere ist.

Wenn wir daher den Bau unseres Mikromenschen auf die Verhältnisse seiner Kleinheit reduzieren wollen, müssen wir ihm ein Arthropodenskelett geben.

Zu den Hartteilen haben wir auch die Waffen und Werkzeuge der Tiere zu rechnen. Die typische Form dieser Instrumente, mögen sie Zahn, Stachel oder Horn, Kralle oder Sporn oder sonstwie heißen, ist wohl der Stab mit Spitze oder Schneide. Da, wie bereits gesagt, auf Grund der großen relativen Festigkeit die Stäbe bei Mi einen circa fünfmal kleineren Querschnitt bekommen können, als es die Proportionalität von Mi und Me verlangt, also fünfmal schlanker, dünner sein können, ohne ihren Zweck schlechter zu erfüllen als die entsprechenden Organe des Me; da diese Organe ferner auch zehnmal länger gemacht werden können, als es der Proportionalität entspräche, ohne zu schwach zu werden: so ist klar, daß die Natur bei Mi einen ungleich größeren Spielraum in der Konstruktion von Waffen hat, indem Werkzeuge, die bei Me sofort abbrechen müßten, bei Mi sich vorzüglich bewähren können. Wenn wir daher bei Mi das Hartmaterial ebenso ausnützen wollen, wie es bei Me verwertet ist, dann können wir Mi überreichlich bewehren und zum Ingenieur ausrüsten.

Wir wollen einige technische Thätigkeiten der Tiere besprechen.

Beißen. War es überraschend, daß kleine Tiere nicht relativ, sondern geradezu absolut ebenso hoch springen wie große, so ist es wohl noch überraschender, daß sie absolut nicht nur ebenso stark, sondern sogar noch kräftiger beißen, nagen etc. als große Tiere. Betrachten wir zuerst die zerquetschende Wirkung der Backenzähne bei einem Me und einem Mi. Bei einem Mi sind die Kaumuskeln (ihrem hundertmal kleineren Querschnitt zufolge) hundertmal absolut schwächer; der absolute Zahndruck ist also auf der ganzen Zahnfläche hundertmal kleiner als bei Me. Nun ist aber diese Zahnfläche selbst bei Mi hundertmal kleiner als bei Me; der hundertmal kleinere Druck ist daher auf eine hundertmal kleinere Fläche konzentriert; der Druck per mm^2 ist also bei Mi ebenso groß wie bei Me. Demzufolge kann also Mi ebenso harte Gegenstände zermalmen als Me. Mi wird aber sogar härtere Stoffe zermalmen, d. h. deformieren können als Me, weil bei der Kleinheit der Druckflächen die Teilchen des Stoffes leichter ausweichen können als bei Me und die Malmwirkung des Me bei Mi mehr als Schneidewirkung erscheint.

Ähnlich gestalten sich die Sachen beim Nagen mit Schneidezähnen. Die Schneiden der Zähne sind bei jedem Tiere theoretisch so scharf, daß die Rucke, Stöße, Zerrungen, die das Tier während des Beißens ausführt, eben nicht mehr im stande sind, die Schneide abzubrechen. Es ist aber schon oben entwickelt worden, daß Mi relativ dreimal dünnere Schneiden, d. h. Schneiden, deren Flächen einen dreimal[1] kleineren Winkel miteinander bilden, besitzen kann, ohne dieselben durch heftige

[1] Warum nicht zehnmal, hat einen besonderen mechanischen Grund, den zu erläutern hier kaum zweckmäßig wäre.

Rucke mehr zu gefährden als Me. Zwei Ursachen ermöglichen nun wie beim Malmen, daß Mi härteres Material zernagen kann als Me. Erstens sind die Schneiden in der Praxis nie absolute Linien, sondern nur sehr schmale Flächen (die bei Mi zehnmal schmäler sein dürfen) und das Nagen ist also mechanisch genommen an der Schneide nur ein Malmen. Beim Eindringen des Zahnes ins Material muß aber das Material zweitens auseinandergeschoben werden, und hier ist Mi durch zwei Umstände in bedeutendem Vorteile. Erstens sind die abgenagten Lamellen bei Mi natürlich zehnmal dünner als bei Me, also hundertmal leichter zu brechen (wie oben am Brette bereits erwähnt worden). Zweitens brauchen die Lamellen auf Grund des sehr kleinen Schneidewinkels nur um einen dreimal kleineren Winkel abgebogen zu werden. Bleinagende Insekten haben daher durchaus nicht notwendigerweise stärkere Nagevorrichtungen als der Mensch.

Noch größer ist der Vorteil kleiner Tiere beim Stechen und Bohren. Eine Bremse, die die feste Haut eines Pferdes zu durchstechen vermag, wäre, zur Größe eines Hundes angewachsen, schwer im stande, ihren Rüssel auch nur in weichen Schlamm zu bohren. Eine Me-Bremse wolle ihren Rüssel seiner ganzen Länge nach einbohren, und die 1000 Mi-Bremsen wollen dasselbe thun. ΣMi haben dann ebensoviel Material aus seiner Stelle zu verdrängen als Me, weil ihre Rüssel zusammengenommen dasselbe Volumen haben wie der Rüssel des Me. Nachdem aber ihre Rüssel zehnmal kleineren Durchmesser haben, ist die Verschiebung des Materiales eine zehnmal geringere. Sie haben daher eine zehnmal kleinere Arbeit zu leisten; nachdem sie aber zusammengenommen zu derselben Arbeitsleistung befähigt sind, werden ihre Rüssel zehnmal leichter einbohren. In der Praxis gestaltet sich die Sache für die Mi noch günstiger. Vermöge der oben erläuterten zehnmal größeren relativen Festigkeit der Mi-Rüssel können dieselben einen noch fünfmal[1] kleineren Querschnitt bekommen, ohne dadurch für die Mi weniger zuverlässig zu werden, als dem Me der seine ist. Dadurch wird aber das zu verdrängende Volumen fünfmal kleiner und zugleich die Strecke, um die die Stoffpartikel verschoben werden müssen, um den Mi-Rüsseln Platz zu machen, abermals zweimal kleiner. Die Arbeit, die das Einbohren der tausend Mi-Rüssel erfordert, wird dadurch noch vielmal kleiner, als die Arbeit des Me. — Es ist bei dieser Überlegung vorausgesetzt worden, daß eine zehnmal größere Verschiebung des durch den Rüssel verdrängten Materiales auch eine zehnmal größere Arbeit erfordert. Thatsächlich involviert aber eine zehnmal größere Verschiebung eine wohl hundertmal größere Arbeit, weil der Widerstand, den die umgebenden Massen leisten, mit der Größe der Verschiebung rasch wächst, was abermals die Me in Nachteil setzt.

Diese Berechnung ist, wie bis heute jede Berechnung über den Widerstand des Mittels, eine nur approximative; so viel aber ist unbestreitbar, daß kleine Tiere in ungeahntem Vorteil sind. Wenn wir statt cylindrischer Rüssel konische Stacheln voraussetzen, steigert sich

[1] Warum nicht zehnmal, hat einen besonderen mechanischen Grund.

der Vorteil der Mi-Tiere um einen neuen Faktor. Bekanntlich liefert der Druck des Materiales auf die Kegelfläche eine Komponente, die den Kegel auszustoßen trachtet. Diese Komponente ist aber um so kleiner, je schlanker der Konus ist, was abermals die Mi in Vorteil setzt.

Wir sind somit in der Lage, Mi mit überaus mannigfaltigen Waffen zu versehen, die ein Me, wie beispielsweise den Legestachel, gar nicht gebrauchen könnte. Wie wollen wir aber unseren Mikromenschen definitiv ausrüsten? Offenbar stehen wir hier vor einer sehr großen Zahl von Möglichkeiten. Wir können ihn zum Graber machen, wie die Werre, zum Läufer, wie den Sandkäfer, zum Häscher, wie die Gottesanbeterin oder Libellenlarve, zum Flieger, wie die Bremse, zum Bohrer, wie die Schlupf- und Gallwespen, zum Fresser, wie die Heuschrecke; kurz, wir können jeden einzelnen Mi für eine andere Spezialleistung ausrüsten, und es wären dies lauter Leistungen, die für Me unerreichbar sind, weil er aus seinem Material keine genügenden Waffen erhalten könnte. Bei Mikrotieren findet daher das Variations- und Akkommodationsbestreben der Natur den weitesten Spielraum und werden die entlegensten Spezialanpassungen möglich, während für das Variieren von Makrotieren weniger mögliche Richtungen vorliegen, da das Körpermaterial für viele Spezialleistungen die Instrumente nicht zu liefern vermag. Das Insekt lebt sozusagen mit seinen Waffen in der Eisenzeit, der Säuger in der Bronze- oder Steinzeit. Mit diesen Sätzen stimmen die Thatsachen völlig überein. Bei den Kleintieren finden wir so viel Hunderte von Spezies, als bei den Großtieren Einzelarten.

Muskel. Die Erfahrung lehrt, daß für den Menschen eine Muskelkraft, die ihm ermöglicht, sein Eigengewicht zu heben, vollkommen ausreicht. Die Rechnung hat aber ergeben, daß bei Mi die Muskelspannung so außerordentlich groß ist, daß Mi sein Eigengewicht zehnmal zu heben vermag. Wenn wir daher Mi in seiner Muskelkraft auf die Leistungen des Me reduzieren wollen, müssen wir den Muskeln einen zehnmal kleineren Querschnitt geben. Das heißt aber, daß neun Zehntel der Muskelsubstanz disponibel werden. Mi könnte daher ohne Vermehrung der Muskelmasse statt zwei Füßen und zwei Armen 20 Füße und 20 Arme haben, und dennoch könnte er mit jedem einzelnen Fußpaare seine eigene Körperhöhe überspringen, mit jedem einzelnen Armpaare sein eigenes Gewicht tragen. Die multiplizierten Gliedmaßenknochen des vorigen Abschnittes werden daher auch thatsächlich mit der multiplizierten Muskulatur versehen, ohne daß die Gliedmaßen relativ schwächer wären als die des Me.

Die enorme, zehnfache Tragkraft der Mi-Arme kann man auch dadurch auf das normale Maß reduzieren, daß man den Hebeln (denn Hebel sind ja bekanntlich die Arme) zehnmal längere Lastarme gibt, und dasselbe gilt von den Füßen. Wenn man sich dieses mathematische Postulat versinnlicht, kommt man allerdings zu einem höchst bizarren Bilde: man denke sich einen Menschen, dessen Rumpf 15 cm lang ist, dessen Arme und Beine aber die enorme Länge von 70 resp. 80 cm (dieselbe Länge wie bei Me), aber dafür die verschwindende Dünne von 3 mm haben (denn dann haben sie dieselbe Masse, wie sie hätten,

wenn sie wohl proportioniert entwickelt wären). Noch absonderlicher wäre der Mikroteronmensch mit einem Rumpfe von 1,5 cm Länge und ebenfalls 70 resp. 80 cm langen Gliedmaßen (die hundertfache ursprüngliche Länge, entsprechend der hundertfachen Tragfähigkeit, welche reduziert werden soll), die aber dünn sein müßten wie ein Haar.

Abermals ist es nicht notwendig, daß die disponible Muskelmasse sämtlich in Einer Richtung verwertet werde. Die disponibeln neun Zehntel können so verwertet werden, daß die Anzahl der Gliedmaßen nicht verzehnfacht, sondern nur verfünffacht wird, wodurch jedem Organe noch die doppelte normale Tragkraft bleibt. Diese wird auf die einfache normale reduziert, indem den Gliedern die doppelte Länge gegeben wird. Es steht nichts im Wege, eventuell einige Organpaare in Flügel umzuwandeln. Die Reduktion der Muskulatur führt also ebenso wie die des Skeletts dem Arthropodenbaue zu.

Ein dritter Weg der Reduktion wäre auch hier die Wahl eines unvollkommenen Muskelmaterials, das vom formlosen Eiweiße wenig differenziert ist.

Wie die Reduktion des Skelettes der Mikromenschen dadurch erzielt werden könnte, daß man drei Viertel des Knochenmateriales einfach preisgibt, darauf verzichtet, so können wir bei der Reduktion der Muskulatur auch einfach auf neun Zehntel der Muskelsubstanz verzichten. Wenn aber Knochen und Fleisch derart reduziert werden, wieviel bleibt dann noch vom Mi? Besonders da auch der Verdauungskanal auf ein Zehntel reduziert werden kann (wie sich schon früher erwiesen hat) und für den so zusammengeschmolzenen Organismus auch circa der zehnte Teil der Lunge, der Leber, des Blutes genügt? Wir kommen auf diesem Wege in das Absurde; denn wenn das Körpergewicht derart reduziert wird, dann müssen ja die Muskeln noch weiter reduziert werden, um für das reduzierte Gewicht nicht zu stark zu werden. Die Natur ist thatsächlich keine Freundin solcher Ranatra-artigen Gespenster. Wenn sie auf Skelett- und Muskelsubstanz verzichtet, dann ergänzt sie das Gewicht durch Luxusstoffe, die zu Hörnern, Prachtflügeln, Flügeldecken, Panzern, Scheren etc. verwendet werden. Darin liegt ein enormer Vorteil der kleinen Tiere, daß durch den reduzierten Bedarf an Skelett- und Muskelstoffen eine ungeheure Menge Bildungsstoff disponibel wird, wodurch dem Variieren und der Akkommodation fast unbeschränkter Platz eröffnet wird und die herrlichsten Prachtorgane, die vollkommensten Spezialwerkzeuge, die reichsten Arsenale der heterogensten Waffen, die riesigsten Phantasieanhänge, die zwecklosesten Appendixe möglich werden, ohne daß dadurch die Leistungsfähigkeit des Organismus geschwächt würde. Dadurch wird es möglich, daß die Verwandtschaftsbeziehungen der kleinen Tiere unentwirrbar wie das Urwalddickicht erscheinen und die Kleintiere so viel Hunderttausende von Arten zeigen, als die Großtiere Hunderte.

Ein Bedenken macht sich hier geltend. Wenn die tägliche Arbeitsfähigkeit eines Me 10 000 mkg beträgt, d. h. alle Muskelarbeiten, die ein Me in einem Tage leistet, so groß sind, als hätte er 10 000 kg einen Meter hoch gehoben, dann ist die Arbeitsfähigkeit eines Mi 10 mkg. Die Arbeitsfähigkeit des Me ist vielleicht eben hinreichend, um ihn den Kampf

ums Dasein mit Erfolg bestehen zu lassen. Wird Mi mit der Arbeitsfähigkeit von 10 mkg auch sein Leben erhalten können? Wir können wohl voraussetzen, daß der größte Teil der Arbeit in Form von Lokomotion, als gehen, laufen, klettern, springen etc. geleistet wird. Wir haben aber gesehen, daß Mi mit seiner normalen Muskulatur absolut so ziemlich ebenso weit gehen, ebenso hoch springen etc. kann wie Me. Mi beherrscht also ein ebenso großes Gebiet wie Me. Da wir aber gesehen haben, daß Mi nur ein tausendmal kleineres Revier braucht, das einen circa dreißigmal kleineren Radius besitzt, so genügt ihm auch eine Lokomotionsfähigkeit, die dreißigmal kleiner ist als die normale. Wenn wir also oben die Muskelmasse auf ein Zehntel reduziert haben, so ist seine Lokomotionsfähigkeit noch immer dreimal größer, als er sie braucht, und die Reduktion der Arbeitsfähigkeit schädigt ihn im Kampf ums Dasein nicht.

Auch aus anderen Gründen braucht Mi eine kleinere relative Arbeitsfähigkeit als Me. Wir haben gesehen, daß Me durch Diametralisierung zu relativ großen Arbeitsleistungen gezwungen ist, während durch geeignete Spezialisierung der Nahrung an Arbeit sehr viel erspart wird. Wie wenig Lokomotion braucht die Raupe oder die Blattlaus oder der Regenwurm oder die Holzfresser etc. Ferner müssen große Tiere, weil sie dem Zufalle ihrer geringen Zahl wegen weit mehr ausgesetzt sind als kleine, für Fälle der Gefahr weit größere Garantien der Sicherheit, also auch größere Arbeitsfähigkeit im Entfliehen, Schwimmen oder dergleichen besitzen, wenn die Existenz der Art nicht eine gefährdete sein soll, während kleine Arten, als der zufälligen Ausrottung weniger ausgesetzt, den außergewöhnlichen Gefahren auch vollkommen schutzlos gegenüberstehen können, ohne daß die Art selbst dadurch gefährdet würde. Wie vollkommen unvermögend sind namentlich Larven, sich der Dürre, dem Feuer, dem Wasser durch Lokomotion zu entziehen, wie sehr ist eine ganze Brut gefährdet, wenn sie von einer Meisenschar entdeckt wird; aber die mathematische Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß vermöge ihrer großen Zahl wenn nicht hier, so doch dort oder dort noch genug Individuen erhalten bleiben. Ein Meterzentner Mesotiere braucht also zur Erhaltung der Art und des Individuums mehr Arbeitsfähigkeit als das gleiche Gewicht Mikrotiere.

Es läßt sich zeigen, daß die Form der Arbeit beim Mikromenschen wohl eine ganz andere sein wird als beim Mesomenschen. Die Theorie trifft hier abermals auffallend mit den Thatsachen zusammen. Es ist nämlich bekannt, daß Großtiere, wie Rinder, Nashorne, Löwen etc. keinen Kunsttrieb zeigen und keine plastischen Arbeiten ausführen. Der Dachs, der Fuchs graben sich bereits Höhlen; Maulwurf, Maus führen schon bedeutende plastische Arbeiten in Form von Gängen, Höhlen, Röhren aus und bei den kleinen Bienen und Ameisen erreicht diese Thätigkeit den höchsten Grad. Für die Entwickelung dieses Bautriebes gewinnen wir nunmehr etwa folgende Anschauung.

Im Naturmenschen erwacht oft der Wunsch, irgend ein Werk auszuführen, z. B. sich eine Hütte zu bauen. Vor seiner Seele schwebt dann das Bild des vollständigen Werkes, das er realisiert zu sehen

wünscht; von all den Schwierigkeiten, die sich bei der praktischen Ausführung herausstellen, kann er sich im voraus keine Vorstellung machen, da erst die Erfahrung während der Arbeit selber ihn dieselben kennen lehrt. Findet doch selbst der Berufstechniker bei jeder neuen Arbeit ungeahnte Schwierigkeiten. Der Mensch wird daher fast immer seine Fähigkeiten überschätzen und etwas schaffen wollen, was ihm thatsächlich unerreichbar oder doch schwer zu erreichen ist. Mag er aus Baumstämmen oder Reisern oder Steinblöcken eine Hütte bauen, oder eine Höhle sich graben oder einen Damm aufwerfen oder irgend ein anderes plastisches Werk sich schaffen wollen, so wird die Größe des Werkes jederzeit in einem gewissen Verhältnis zu seiner eigenen Körpergröße stehen, und die zu verrichtende Arbeit besteht in der Regel darin, daß er erstens Materialstücke von gewisser allgemeiner Größe aus einer gewissen durchschnittlichen Entfernung zusammenträgt und sie dann derart zusammenfügt, daß das resultierende Gebilde mehr oder weniger genau einem gewissen Ideale entspricht. Im allgemeinen kann man voraussagen, daß er das Werk nicht vollenden und sich mit einem unvollkommenen Stückwerke begnügen werde. Zwei Ursachen kommen hierbei vorzugsweise in Betracht. Die erste ist der Umstand, daß die Aufmerksamkeit auf den einen Gegenstand bald ermüdet, u. z. um so gewisser, je langsamer das Werk vorschreitet, und daß andere neue Erscheinungen dieselbe auf sich ziehen. Der zweite Umstand ist der, daß der Körper erschöpft wird und dadurch Müdigkeit, Unlust sich einstellt. Die Arbeit wird darum eingestellt und der Mensch begnügt sich mit dem sehr unvollständigen, vielleicht gerade nur begonnenen Werke; weil dieses aber seinen Zweck nur sehr schlecht oder wohl gar nicht erfüllt, so wird der Mensch ein zweitesmal es wohl gar nicht der Mühe wert finden, ein derartiges Werk zu beginnen, da er keinen entsprechenden praktischen Vorteil sieht.

Ganz anders müssen sich die Sachen bei einem Mi-Menschen gestalten. Wenn Me die Arbeit aufgab, als er sein fünffaches Körpergewicht aus der mittleren Entfernung von etwa seiner tausendfachen Körperlänge zusammengetragen hatte, so wird Mi nach den oben entwickelten Gesetzen denselben Grad der Ermüdung erreicht haben, wenn er sein fünfzigfaches Körpergewicht aus zehnmal geringerer absoluter Entfernung, d. i. abermals seiner tausendfachen Körperlänge, zusammengetragen haben wird. Wenn daher Me die Hütte nur bis zu Kniehöhe aufgeführt hat, dann ist bei derselben Ermüdung das Werk des Mi bereits zehnmal weiter vorgeschritten, d. h. er hat nicht nur eine vollständige Hütte erbaut, deren Gewicht vielleicht seinem fünfundzwanzigfachen Eigengewichte gleichkommt, sondern er hat auch noch eine zweite, ebenso schwere Hütte fertig gebracht. Während also Mi um nichts ausdauernder, um nichts aufmerksamer war, um keinen Gang mehr gemacht hat (denn bei jedem Gange trug Mi relativ zehnmal mehr als Me), hat Mi in derselben Zeit sogar zwei Werke geschaffen, die beide ihren Zweck vollständig erfüllen können. Ein solcher Erfolg, der sozusagen die Erwartungen überbietet, muß zu Versuchen ermuntern, und es ist nicht mehr auffallend, daß kleinere Tiere so reich entwickelten Arbeitssinn zeigen.

Aber auch die Geselligkeit, die sich so großartig, namentlich bei Ameisen und Bienen zeigt, wird verständlicher. Die Unverträglichkeit unter Tieren hat wohl ihren Grund zunächst in der Furcht, durch einen Artgenossen in irgend einer Weise in seinen Bedürfnissen verkürzt zu werden, also in Brotneid, Eifersucht, Kampf um Wasser oder Nistplätze. Der Kampf um den Wohnort, d. i. die Höhle, das Nest, das Lager muß um so erbitterter sein, je schwerer es dem Tiere war, denselben sich zu bereiten. Kleine Tiere bauen sich aber sogar kunstvolle Häuser mit so geringer Anstrengung, daß sie auf ein einzelnes Haus gar keinen besonderen Wert legen. Sie geben es leicht preis, weil sie leicht ein neues bauen. Diese geringe Anhänglichkeit an das einzelne Werk muß aber das gemeinschaftliche Arbeiten in hohem Maße erleichtern. Ebenso ist ein Großtier geradezu in seiner Existenz gefährdet, wenn es etwa durch einen Konkurrenten in der einen oder den zwei Thätigkeiten, zu denen es nur qualifiziert ist, gehindert wird, während das zu so mannigfaltigen Thätigkeiten befähigte Kleintier in ähnlichen Fällen einfach zu einer anderen Thätigkeit, z. B. vom Laufen zum Fliegen übergeht, und hierbei ebenso sicher besteht wie vorher.

Bisher sind die Verhältnisse so betrachtet worden, als bestünde alle Muskelarbeit der Tiere lediglich im Lastentransport. Es sollen nun nachträglich auch andere Arbeiten betrachtet werden.

Welche Lokomotionsform sollen wir dem Mi verleihen? Soll er gehen wie Me, sein Vorbild, oder soll er fliegen, oder schwimmen, oder springen, oder in der Erde graben? Daß das Gehen für Mi die unpassendste Lokomotion ist, ist schon erwähnt worden. Das Vorschleudern der Füße muß wegen der Kürze dieser Organe so überaus oft erfolgen, daß die hierzu verwendete Arbeit zehnmal größer ist als bei Me. Dann setzen sich die Füße so plötzlich in Bewegung, daß sie einerseits leicht ausgleiten, anderseits unter dem trägen Körper hinweg, wie bei einem Anfänger im Schlittschuhlauf, vorlaufen. Beim Stillstande hingegen und bei Wendungen fliegt der Körper über die Füße hinweg. Endlich geht das Gehen wegen der großen Muskelkraft sehr leicht in Hüpfen über.

All diesen Übelständen wird abgeholfen, wenn wir dem Mi Arthropodenfüße, d. h. lange, seitlich abstehende, mit Krallen versehene zahlreiche und infolgedessen dünne Füße geben. Um mehr freie Hand zu bekommen, betrachten wir geradezu den bienengroßen Mikroteromenschen Mi^2, bei dem die Übelstände noch zehnmal größer sind als bei Mi.

Wenn Mi^2 statt eines Fußpaares deren drei bekommt, dann hat jeder Fuß dreimal geringere Kraft. Dadurch wird bereits das gewonnen, daß ein Fehler in der Muskelspannung bei einem Fuße einerseits mit geringerer Intensität auftritt und somit den Körper noch nicht so sehr zu schleudern vermag, anderseits aber durch die korrekte Funktion der übrigen Füße ausgeglichen wird. Das bei den so raschen Bewegungen unvermeidliche Ausgleiten eines Fußes bringt den Körper nicht zum Falle, weil noch fünf andere Füße den Körper halten. Es ergibt noch überdies den Vorteil, daß die Fußpaare verschiedene Konstruktion erhalten und verschiedenen Spezialfunktionen angepaßt werden können.

Trotz der Dreiteilung der Muskulatur hat aber bei Mi^2 noch immer

jedes einzelne Fußpaar eine dreißigmal (eigentlich $33^1/_3$-mal) größere Muskelkraft als ein Me-Fußpaar, ist also für den Bedarf weitaus zu stark. Wenn die Füße aber die doppelte Länge erhalten, dann ist der Druck, den ein Fuß mit seinem Ende auszuüben resp. auszuhalten vermag, auf die Hälfte reduziert. Ein Fußpaar ist dann nur fünfzehnmal stärker als ein wirklicher Me-Menschenfuß und Mi^2 könnte mit dem dritten Teile seiner Füße (d. h. einem Paare) allein nur mehr sein fünfzehnfaches Eigengewicht tragen. Durch die Verlängerung gewinnt der Fuß aber auch den Vorteil, daß er bei einer Drehung den doppelten Bogen beschreibt und folglich noch einmal so lange Schritte macht, also nur halb so oft vorgeschleudert zu werden braucht und daher die Arbeit, die bei Mi^2 das Gehen zu einer überaus erschöpfenden Thätigkeit macht, auf die Hälfte reduziert.

Die Notwendigkeit der Krallen ergibt sich aus folgender Betrachtung. Eine Million Mi^2 wiegt so viel wie ein Me und soll beim Ingangtreten dieser Masse die Ganggeschwindigkeit in hundertmal kleinerer Zeit geben. Das erfordert aber die hundertmal größere Kraft. Die Kraft, mit der in diesem kurzen Momente die ΣMi^2 mit den Füßen nach rückwärts stoßen, würde während der Dauer eines halben Schrittes auf einen Menschen wirkend diesem die Geschwindigkeit einer abgeschossenen Kugel verleihen. Es ist klar, daß unter solchen Umständen eine Bewehrung der Füße kaum zu vermeiden ist.

Die Seitenstellung der Füße wird ebenso kurz motiviert. Wenn die Million Mi^2 in korrekter Menschengestalt in Gang treten und obigen gewaltigen horizontalen Ruck der Füße nach rückwärts ohne auszugleiten wirklich ausführen will, dann greift diese horizontale Kraft natürlich an den Sohlen an, geht also nicht durch den Schwerpunkt. Dann bewirkt sie aber ähnliches, wie wenn einen Menschen ein Schwein von rückwärts gegen die Unterschenkel anrennt, nur in erhöhtem Maße: der Körper der Mi kommt in eine kreiselnde Bewegung nach rückwärts, wobei er, wie sich leicht berechnen läßt, mehr als zehnmal in der Sekunde sich überschlägt (von dieser Tendenz des Überschlagens kann man sich übrigens leicht unmittelbar überzeugen, wenn man vom Stande unmittelbar energisch ausschreitet, ohne sich vorzuwerfen). Beim Stillstehen würde das Überschlagen nach vorn stattfinden. — Ganz anders gestalten sich die Sachen, wenn die Füße eine Seitenstellung haben, weil dadurch der Schwerpunkt des Körpers nahezu in die Ebene der Fußbasen verlegt wird. Die Schübe der Füße gehen dann nicht tief unter dem Schwerpunkt hinweg, sondern gehen nahezu durch ihn hindurch; als wenig exzentrische Stöße bewirken sie auch keine starken Drehungen, sondern wirken fast nur progressiv bewegend. — Als Illustration zum eben Entwickelten möge die Krabbe dienen. Sie muß seitwärts laufen, wenn sie plötzlich sich dislozieren will, weil sie leicht rückwärts fiele, wollte sie ebenso plötzlich vorlaufen.

Über unbeabsichtigte Drehungen des Körpers ist vielleicht hier der Ort, einige Bemerkungen zu machen. Durch Stöße, Rücke, Züge etc., die wir mit den Gliedmaßen machen, erhält unser Körper öfters eine nicht beabsichtigte Drehung. Diese absorbiert eine gewisse Arbeit, die

dazu verwendet wird, dem Körper in der Drehungsbahn eine gewisse Geschwindigkeit zu geben. Wenn die ΣMi^2 dieselbe Bewegung ausführen wie wir, dann wird bei ihnen, deren Masse der Masse von Me gleichkommt, derselbe Teil der Arbeit zur Bewegung derselben Masse verwendet und somit die erzielte Geschwindigkeit dieselbe sein. Wenn aber bei dieser Bewegungsgeschwindigkeit unser Körper sich in 0,1 Sek. um 0,1 Grad dreht, was gewiß eine verschwindende Drehung ist, so dreht sich Mi^2, bei dem alles Lineare, also auch die Kreisbahnen hundertmal kleiner sind, schon in derselben Zeit um 10 volle Grade, was für eine unbeabsichtigte Bewegung viel ist. Eine Drehung aus Trägheit, die uns in 0,1 Sek. um $1^1/_2{}^0$ dreht, dreht Mi^2 beinahe vollständig herum. Diese Drehungen können sowohl durch die Konstruktion der Füße als auch durch die des Rumpfes gemäßigt werden. Wenn Mi^2 viele und leichte Gliedmaßen hat, dann kann einerseits keine, wegen ihrer geringen Masse, den Körper stark beeinflussen, anderseits befinden sich immer mehrere Gliedmaßen am Boden, die den Körper fixieren. Der Körperbau kann mildernd wirken, wenn der Leib lang von den Hüften abstehend gebaut ist, weil sein Trägheitsmoment mit der Länge sehr rasch wächst. Einer der am häufigsten in der Natur vorkommenden Drehungsdämpfer ist der Schwanz. Er besitzt oft recht beträchtliche Masse und wird mittels kräftiger Muskulatur bewegt. Er wird stets so geschleudert, daß die daraus resultierende Reaktionsdrehung des Körpers die Kompensation einer vorhandenen fehlerhaften Drehung ist. Es ist bekannt, wie ungelenk gerade kleine Tiere werden, wenn sie den Schwanz verlieren.

Bei Mikrotieren, bei denen die Eigentümlichkeiten der Kleinheit sich noch nicht so sehr geltend machen wie bei Mi^2-Tieren, genügt zur Sicherung des Ganges bereits eine derartige Zickzackknickung der Glieder, wie etwa bei den Mäusen, die den Bauch nahezu oder ganz mit dem Boden in Berührung bringen. Auch dann ist die Exzentrizität der Fußstöße bedeutend vermindert. Wir finden diese Niederkeit des Körpers fast bei allen kleinen Säugern, wir finden sie auch bei Eidechsen etc. Das langsam gehende Chamäleon hingegen is hochfüßig.

Vermindert wird die so aufreibende Fußschleuderthätigkeit auch, wenn die Muskulatur des Fußes möglichst hoch an die Hüften verlegt wird, wodurch sich die Masse des am meisten bewegten Teiles des Fußes bedeutend reduziert und somit die Schleuderarbeit geringer wird. Diese Methode finden wir durchweg bei den Vögeln in Anwendung.

Soll Mi fliegen? Wir haben gesehen, daß beim Fliegen ein Tier sich in jeder Sekunde so hoch heben muß, wie tief es bei ausgebreiteten Flügeln in der Luft fallen würde; daß aber ein Tier um so langsamer sinken muß, je kleiner es dimensioniert ist, weil ein um so kleinerer Druck auf jeden cm^2 der Flügelfläche fällt; daß also ein Tier im Fliegen sich in jeder Sekunde auf eine um so kleinere Höhe heben muß, je kleiner es selber ist; daß darum der Flug um so weniger anstrengend ist, je kleiner das Tier. Die Kleintiere sind also zum Fliegen prädestiniert. Fliegen ist aber die vollkommenste Lokomotion. Die Bahn eines Gehenden kann bereits durch einen Ringdamm vollkommen abgesperrt werden; um einem Flieger den Weg abzusperren, muß er mit einer

ganzen Kugelschale umgeben werden. Dem Gehenden stehen zu einem gewissen Ziele wenig Wege offen, dem Flieger sehr viele. Dem Gehenden bieten die Unebenheiten der Bahn sehr anstrengende Schwierigkeiten; die Luftbahn hat diese nicht. Das Gehen fördert nur langsam; der Flug trägt den Flieger unverhältnismäßig schneller ans Ziel. Wenn also Mi ein Luftwesen (im Gegensatze zu Wassertieren) sein soll, so ist es zweckmäßig, ihm Flügel zu geben, wenn auch das Gangvermögen dadurch beeinträchtigt werden sollte.

Dem Fliegen am nächsten steht das Schwimmen. Es ließe sich darüber streiten, ob dies nicht eine noch vollkommenere Bewegungsform ist als das Fliegen, weil hier das Körpergewicht völlig eliminiert ist, indem es vom Wasserdruck aufgehoben wird und somit alle Tragapparate, alle tragenden Funktionen der Füße resp. Flügel wegfallen und die gesamte Kraft dieser Organe auf Lokomotion verwendet werden kann. Das Stillstehen an einem bestimmten Orte ist wohl im Wasser ohne Anstrengung möglich, nicht aber in der Luft oder auf der Erde. Für Tiere mit geringen Stoffdifferentiationen, deren Muskulatur ärmlich und wenig funktionsfähig sein sollte, wäre daher das Wasser der geeignetste Ort. Das Wasserleben hat aber vor allem den großen Nachteil, die Arbeitsfähigkeit der Tiere dadurch überaus herabzudrücken, daß die Sauerstoffaufnahme im allgemeinen überaus verlangsamt ist. Es empfiehlt sich also wenig, Mi zu einem Schwimmer, zu einem Wassergeschöpf zu machen. Wenn daher ein so bedeutender Teil der Kleintiere dennoch im Wasser lebt, so hat das wahrscheinlich nicht in der Kleinheit selbst seine Ursache.

Mi zum Graber zu machen gleich dem Maulwurfe, wäre wohl wenig zweckmäßig, weil dort Vielseitigkeit der Geistes- und Körperthätigkeiten ausgeschlossen ist.

Wir werden daher Mi am besten zum Flieger und Läufer machen, wodurch er abermals den höheren Insekten ähnlich wird.

(Schluß folgt.)

Altes und Neues über Pepsinbildung, Magenverdauung und Krankenkost,

gestützt auf eigene Beobachtungen an einem gastrotomierten Manne.

Von

A. Herzen.[1]

Dritter Teil: **Anwendung.**

In dem vorigen Abschnitt wurde auf das evidenteste bewiesen, daß ein schon vorhandener Überschuß von Peptogenen, oder einige Zeit vor der Mahlzeit eingeführte Peptogene, selbst bei einem gesunden Menschen mit normaler und vorzüglicher Verdauung in auffälliger Weise die Magenverdauung begünstigen.

Hieraus ergibt sich, daß dieser Einfluß noch viel deutlicher in denjenigen Fällen zu Tage treten muß, in welchen die Magenverdauung zu wünschen übrig läßt; es darf jedoch natürlich die Störung nicht derartig sein, daß sie die Produktion des Magenfermentes, des Propepsins in den Magendrüsen, aufhebt, — was übrigens nur in fieberhaften Krankheiten vorkommt.

Wir wollen uns nun mit der Verwendung der Peptogene zu hygienischen und therapeutischen Zwecken beschäftigen.

Ich erinnere zuerst an das, was ich im ersten Abschnitt sagte bei Erwähnung der zufälligen Indigestion, wie ich dasjenige Übel bezeichnen möchte, welches von der Quantität oder Qualität der genossenen Nahrungsmittel herrührt; der Mensch versetzt sich infolge von Unachtsamkeit oder Gefräßigkeit in den Zustand vorübergehender Apepsie, in welchen wir die Hunde mit Hilfe eines reichlichen Vorbereitungsmahles versetzen. Wie nun die Einführung von Peptogenen die Verdauung beim Hunde wieder in Gang bringt, ebenso hebt sie auch beim Menschen schnell die Indigestion auf; eine gute Tasse Bouillon genügt, um das Übel zu beseitigen, viele Menschen können auch, wenn sie jenes Mittel vor und nach der Mahlzeit gebrauchen, Nahrungsstoffe vollständig verdauen, welche ohne jenes Mittel für sie unverdaulich — und folglich schädlich — sind.

---

[1] S. Kosmos 1885, I. Bd. S. 349 und II. Bd. S. 1.

Ich glaube, daß eine gewisse, durch Erschöpfung der disponibeln Peptogene erzeugte Apepsie häufiger vorkommt, als man glaubt: es sind nur besondere Umstände erforderlich, um sie als solche zu erkennen. Die folgende Beobachtung, welche ich an mir selbst machte, wird besser als lange Erklärungen deutlich machen, was ich darunter verstehe: Im Beginne meines Aufenthaltes zu Florenz nahm ich wie gewöhnlich täglich drei Mahlzeiten zu mir: Milchkaffee des Morgens, Gabelfrühstück zu Mittag, Diner um sechs Uhr abends. Als ich nun Assistent bei Herrn Professor Schiff wurde, mußte ich auf diese Gewohnheit Verzicht leisten; denn es wurde den ganzen Tag hindurch gearbeitet, und es blieb somit keine Zeit übrig, um essen zu gehen. Anfangs quälte mich der Hunger sehr, ich aß mehr des Abends und zog mir einige Indigestionen zu; sehr schnell lernte ich jedoch die Magenbeschwerde dadurch beseitigen, daß ich des Nachts eine Tasse Bouillon zu mir nahm oder ein wässeriges Infus von Brotrinde trank, welches dextrinhaltig ist, und ich beobachtete mehr als einmal, daß ich am folgenden Tage weniger vom Hunger gequält wurde. Das Peptogen hatte eine Verdauung der sonst überschüssigen Nahrungsmittel bewirkt. Später gewöhnte ich mich morgens mit dem Kaffee zwei fast harte Eier zu essen, denn wenig gekochte finde ich nicht schmackhaft. Diese detaillierten Angaben erscheinen dem Leser gewiß lächerlich, und dennoch haben sie ihre Wichtigkeit: Die übermäßige Sommerhitze gab mir zu einer Abänderung meines Morgenmahles Veranlassung, die ich von vielen andern befolgt sah: ich wollte mit den Eiern anstatt des Kaffees ein wenig mit Wasser verdünnten Rotwein nehmen. Doch sehr schnell hatte ich mir eine sehr starke Indigestion zugezogen mit heftigem Erbrechen und Ohnmachtsanwandlungen. Der Grund hiervon war leicht zu erkennen: man mußte zugeben, daß die Abendmahlzeit die verdauende Kraft meines Magens erschöpfte und ihn in einen apeptischen Zustand versetzte. Ich würde diese Thatsache vielleicht niemals beobachtet haben, wenn ich auch fernerhin des Morgens ein Mahl zu mir genommen hätte, das eine große Menge peptogener Substanzen enthielt und von Stoffen frei war, die die Verdauung der Albuminoide hemmen, wie sie sich in dem dunkeln toskanischen Wein vorfinden. Ich stellte Versuche über die Wirkung des Weines an und sah, daß man bei Zusatz von ein wenig Rotwein mit einem Teil eines Mageninfuses keine Verdauung von gekochtem Albumen erhält, während derjenige Teil des Mageninfuses, welchem kein Wein oder nur ein wenig Weißwein beigemengt war, wie gewöhnlich verdaute, oder nur ein wenig langsamer. Im Magen kann natürlich der Wein nicht gänzlich die Verdauung aufheben, weil er dort nicht bleibt, sondern absorbiert wird, er kann vielmehr nur den Anfang der Verdauung verzögern. Ich bin überzeugt, daß ich nach vollendeter Absorption des Weines wieder verdauen gekonnt hätte, wenn in meinem Magen eine genügende Quantität Pepsin vorhanden gewesen wäre; da aber dieses fehlte, blieb das Albumen unverändert und wartete auf die Bildung des Pepsins, dieses letztere jedoch war wiederum von dem Auftreten von Peptogenen im Blut abhängig. Wenn man bedenkt, daß in dem Magen eines Hundes oder einer Katze, welcher absichtlich durch ein Vorbereitungsmahl erschöpft wurde, die Verdauung

einer neuen, selbst peptogenhaltigen Mahlzeit erst ungefähr eine Stunde nachher beginnt, so leuchtet es ein, daß ich mehr als genügend Zeit hatte, um die Wirkungen einer mechanischen Reizung des Magens durch anwesende, unverdaute Teile zu verspüren; denn solche Wirkungen waren die Magenschmerzen, das Erbrechen, die Ohnmachtsanwandlungen. Ich vertrug ohne jede Beschwerde das neue Regime, als ich allmorgentlich vor dem Genuß der Eier eine Tasse kalte Bouillon trank.

Es scheinen bei dem gesunden Menschen große individuelle Differenzen in bezug auf den Reichtum der Pepsin-Produktion zu bestehen; denn wir sahen, daß bei Baud der Rotwein die Verdauung nicht zu hemmen vermochte. Überschreitet die Geringfügigkeit dieser Produktion bestimmte Grenzen, dann bildet sie eine mehr oder weniger schwere Krankheit. Oft genügt es schon, den Rotwein durch Weißwein, welcher weniger Tannin enthält, oder den Weißwein durch Bier zu ersetzen, um die Verdauung wieder in guten Gang zu bringen; andere Male genügt das nicht, und man muß alsdann zu der systematischen Anwendung von Peptogenen seine Zuflucht nehmen. Es handelt sich in diesen Fällen um verschiedene Formen von Dyspepsie; es ist dieses eine Krankheit, welche nicht durch die gänzliche Abwesenheit, sondern durch die Unzulänglichkeit des vom Magen secernierten peptischen Saftes charakterisiert ist, sie hat mithin mit den katarrhalischen und nervösen Affektionen des Magens nichts gemein. Sie wird besonders ex juvantibus erkannt, wie es schon Schiff in seinem großen Werke von 1867 sagte; die »juvantes« sind die Peptogene; man kann sie immer unbesorgt versuchen, denn sie stiften in keinem Falle Schaden. Ich resümiere hier einige Fälle von Heilungen oder Besserungen, welche durch den Gebrauch der Peptogene erlangt wurden und welche ich der 29. Vorlesung der »Physiologie der Verdauung« von Schiff entnehme.

1) Ein Mann von 40 Jahren litt seit 3 Monaten an einer Verdauungsstörung, er klagte nach der Mahlzeit über folgende Beschwerden: Gefühl der Völle, allgemeine Mattigkeit, Schwere in den Gliedern, oft Kopfschmerz und saures Aufstoßen, das fünf Stunden lang anhielt, Leib ein wenig aufgetrieben, Lippen blaß. Keine Schmerzen im Epigastrium, keine Übelkeit, Stuhlgang regelmäßig, kein Fieber; er fühlt sich zwischen den Mahlzeiten wohl. Die Dauer seines Übels, wegen dessen er sich vergebens verschiedenen Behandlungen unterwarf, hat ihm die Ernährung verleidet, und seine Kräfte haben hierdurch gelitten.

Schiff berücksichtigte den Umstand, daß die Übelkeit nur während der ersten fünf Stunden nach Einführung des Mahles vorhanden ist, und schloß infolgedessen nicht auf eine Abwesenheit, aber auf eine Unzulänglichkeit eines wesentlichen Agens der Verdauung, oder vielleicht auf das Bestehen eines Katarrhs, welcher das Verdauungsgeschäft beeinträchtigt. Die Säure fehlte nicht, denn sie verriet sich durch den Geschmack während des Aufstoßens. Ein katarrhalischer Zustand war wenig wahrscheinlich, denn er würde sich nicht ausschließlich im Anfange des Verdauungsgeschäftes geltend gemacht haben; es war mithin viel wahrscheinlicher, daß eine Unzulänglichkeit des Pepsinsaftes im Anfange der Verdauung vorhanden war.

Schiff riet dem Kranken, zwei Stunden vor seinem gewohnten Mahle eine starke Tasse Bouillon zu trinken. — Nach Verlauf von vier Tagen war die Übelkeit verschwunden. Der Patient setzte den Gebrauch der Bouillon während zwei oder drei Wochen fort, seine Kräfte fanden sich wieder und nach Verlauf einiger Zeit war er vollständig geheilt.

2) Ein Mann von kräftiger Konstitution konnte seit mehreren Monaten keine Speise mehr zu sich nehmen, ohne sogleich ein quälendes Gefühl von Übelkeit zu verspüren, ja oft war auch wirkliche Brechneigung vorhanden, namentlich oft während der ersten Stunden der Verdauung, doch zum wirklichen Erbrechen kam es nicht. Die Übelkeit hielt während der übrigen Zeit des Tages, wenn auch in mäßigerem Grade an, und selbst während der Nacht war sie vorhanden, wenn der Schlaf aus irgend einem Grunde unterbrochen war. Sie machte sich des Morgens beim Erwachen wieder fühlbar und war darauf bis zur Mahlzeit verschwunden. Der Kranke ißt nur soviel, als zur Beschwichtigung des Hungers erforderlich ist, der Stuhlgang ist ein wenig träge, es besteht jedoch keine Stuhlverstopfung, die Regio epigastrica ist gegen Druck unempfindlich.

Schiff verordnete eine Dextrinlösung — 100 g in 200 g Wasser — in kleinen Dosen nach der Mahlzeit bis zur Nacht zu nehmen und damit am andern Morgen aufzuhören. Zwei Tage nachher erklärte der Patient, daß es viel besser gehe, daß ihm aber der widerliche Geschmack des Heilmittels Übelkeit verursache; er nahm seitdem das Dextrin mit Zuckerwasser (er hätte es auch mit schwarzem Kaffee nehmen oder durch gute Bouillon ersetzen können). Vierzehn Tage nachher erfuhr Schiff, daß dieses Individuum vollständig wiederhergestellt war.

3) Bei einem jungen Mädchen von 13 Jahren, welches eben eine Bronchitis überstanden hatte und sich in der Rekonvaleszenz befand, verriet sich eine Magenstörung durch heftige Übelkeit nach jeder Mahlzeit. Die kleine Kranke wagte kaum zu essen, obwohl sie sich bei gutem Appetit befand, keine weiteren Störungen lagen von seiten des Verdauungstraktus vor. Eine einfache Abkochung von Brotkrume, welche sie vor der Mahlzeit nahm, besserte die Symptome vom ersten Tage an, und am vierten Tage war die Verdauung wieder normal.

4) In dem folgenden Falle handelt es sich um eine zu reichliche Sekretion von Magensäure. Ein kräftiger Mann, welcher angeblich noch niemals krank gewesen ist, war durch seine Beschäftigung als Geometer während des vorhergehenden Winters gezwungen, fünfzehn anstrengende Tagemärsche in einer bergigen Gegend zu machen, und hatte sehr viel von einem kalten Nordwinde zu leiden. Kurze Zeit darauf wurde er plötzlich von seinem Leiden befallen. Es war anfangs ein Gefühl von Brennen im Pharynx, bald von einem sauren Geschmack im Munde gefolgt; diese Symptome traten anfallsweise auf, besonders wenn der Kranke noch keine feste Nahrung zu sich genommen hatte. Dieses Übelbefinden dauerte nicht leicht weniger als eine Stunde an und kam mehrere Male des Tages zum Vorschein. Nach Verlauf von wenigen Tagen vermehrte sich das Gefühl des Brennens im Pharynx und zu ihm gesellte sich ein Gefühl von schmerzhafter Konstriktion der ganzen präkardialen Gegend.

Die saure Flüssigkeit stieg bisweilen bis in den Mund und es erzeugten sich häufige Schluckbewegungen, welche dem Kranken Erleichterung verschafften. Der Appetit war verringert. — Die alkalischen und erdigen Heilmittel verminderten weder die Intensität noch die Frequenz der Anfälle. Nach Verlauf von zwei oder drei Monaten schien das Leiden nachzulassen, gegen Beginn des Sommers war es allmählich verschwunden; und der Patient glaubte sich geheilt. Im folgenden Winter war er gezwungen, seine Arbeiten bei kalter Witterung wieder aufzunehmen, und die Folge davon war, daß sein Übel stärker als jemals wieder zum Vorschein kam, er hatte bis zwölf Anfälle innerhalb 24 Stunden. Dieses Recidiv dauerte schon mehrere Wochen an, als der Kranke sich an Herrn Schiff wandte. Dieser gab ihm zuerst ein Brechmittel; nachdem er ihn hatte Wasser trinken lassen, wurde dieses mit viel Schleim und Speichel erbrochen; die erbrochenen Substanzen röteten Lackmuspapier intensiv und enthielten ein wenig Phosphorsäure. Wurde die Flüssigkeit mit Eiweißwürfeln in den Brütofen gebracht, so verdaute sie fast nichts. Schiff dachte zuerst an einen Katarrh, aber der Versuch einer sehr mäßigen Lebensweise: Weißbrot, Bouillon und als Getränk Eiswasser, blieb gänzlich erfolglos, der Patient befand sich dabei schlechter. Schiff versuchte darauf den Überschuß von Magensäure zu neutralisieren, indem er soviel als möglich die Sekretion von Pepsin begünstigte. Zu diesem Zwecke riet er dem Kranken, immer wenn seine Pyrosis sich bemerkbar machte, ein Stück trockenes Brot von 50 bis 100 g zu essen und sich mit diesem Heilmittel für seine Arbeit im Gebirge und für die Nacht zu versehen. Diese Medikation war von Erfolg gekrönt. Die Anfälle wurden erträglicher und konnten oft unterdrückt werden. Der Kranke erhielt seine Kräfte wieder und auch der Appetit stellte sich wieder ein; doch war er nicht geheilt; denn er verspürte noch 8- oder 10mal die prodromalen Symptome der Pyrosis. Wenn er seit einigen Stunden kein Brot gegessen hatte, dann machte sich das Übel fühlbar. Mit Wiederbeginn des Sommers trat vollständige Wiederherstellung ein. Im dritten Winter erschien die Pyrosis wieder, aber sie hielt nur sechs Wochen an und belästigte den Kranken nicht viel; er verfuhr genau nach Schiff's Angabe und unterdrückte den beginnenden Anfall dadurch, daß er Brot aß.

Wenn in diesem Falle die Peptogene die Krankheit nicht heilten, so haben sie doch das schwerste der Symptome gebessert, indem sie die Wirkung der Magensäure einschränkten. Schiff bemerkt noch, daß er eine lange Liste von Beobachtungen besitze, in denen der Gebrauch der Bouillon, des Dextrins, des Brotdekokts etc. die gesunkene Verdauungskraft wieder gekräftigt hat. Die Peptogene wirken bei dem Menschen nicht anders als bei den Tieren.

Schiff empfiehlt sehr den versuchsweisen Gebrauch derselben in der Rekonvaleszenz von fieberhaften Krankheiten, nach deren Beendigung sehr oft ein dyspeptischer Zustand zurückbleibt, infolgedessen die Arbeit des Magens sich nicht mit der genügenden Energie vollzieht, um dem geschwächten Organismus den erforderlichen Überschuß an Assimilationsstoffen zu liefern.

Diesen Beispielen, welche ich absichtlich aus dem Werke Schiff's

entnahm, damit ein jeder dort die Details nachlesen könne, könnte ich noch eine lange Reihe von nicht weniger bemerkenswerten Fällen hinzufügen, die teils von mir, teils von Kollegen beobachtet wurden, um die Wirksamkeit der Peptogene gewissenhaft und streng zu prüfen, wenn mir dieses nicht überflüssig erschiene. Nur einen Fall von Pyrosis will ich seines wissenschaftlichen Interesses wegen erwähnen; derselbe war durch ein Übermaß von Säure im Magensaft verursacht, er war demjenigen sehr analog, den ich vorher berichtete, er hat jedoch den Vorzug, eine Beobachtung zu sein, die an seiner eigenen Person von einem Arzt gemacht wurde, der keine Idee von der Wirksamkeit der Peptogene hatte und der von der Wirkung dieser Substanzen, welche er nur zufällig versuchte, überrascht wurde; denn von den ersten Dosen Dextrin war die Pyrosis verschwunden. Man ersieht aus diesen Fällen, wie falsch die Vorstellung ist, daß das Dextrin die Verdauung begünstige, indem es den Gehalt an Säure im Magensaft erhöhe.

II.

Besonders für die Kinder in den ersten Lebensmonaten hat der Gebrauch der Peptogene eine sehr große Bedeutung.

Man weiß, wie schlecht Kinder in sehr zartem Alter alle Nahrungsmittel mit Ausnahme der Milch vertragen, und selbst die Ziegen- und Kuhmilch wird in einer sehr großen Anzahl von Fällen schlecht vertragen, obwohl sie doch das beste Surrogat der Frauenmilch ist. Da diese halb künstliche Ernährung nicht gänzlich gelingt, da sie öfters Indigestionen verursacht und das Kind sich schlecht ernährt, so ist man im allgemeinen geneigt, die Ursache des Mißerfolges in der schlechten Beschaffenheit der Milch zu suchen. Ich bin überzeugt, daß man in der Mehrzahl der Fälle damit unrecht hat und daß die wirkliche Ursache in einem veränderlichen Grad von Dyspepsie bei den Kindern zu suchen ist. Viele ertragen selbst nicht die beste Kuhmilch, welche man auftreiben vermag; sie vertragen dieselbe aber ganz gut, sobald man eine genügende Dosis Peptogene hinzufügt.

Ich könnte zahlreiche Beobachtungen anführen, die dieser Behauptung zur Stütze dienen, einzelne aus meiner eignen Erfahrung; ich werde mich jedoch darauf beschränken, im allgemeinen mitzuteilen, dass man die Milch nur mit einem Dritteil guter Fleischbouillon zu mengen braucht, um sie selbst für den widerspenstigsten Kindermagen vollständig verdaulich zu machen. Man kann hierzu ein wenig in Bouillon aufgelöstes Dextrin hinzufügen, das man mit Milch per os oder ohne Milch als Klystier gibt, was jedoch nur für die hartnäckigsten Fälle erforderlich ist. Bei Gelegenheit der wichtigen Diskussion über die Kuhmilch als Ersatzmittel der Frauenmilch, welche im vierten zu Genf im September 1882 versammelten Hygiene-Kongreß stattfand, teilte ich, in dem Glauben etwas Neues zur allgemeinen Kenntnis zu bringen, diese Thatsachen mit. Ich war jedoch sehr erstaunt und sehr erfreut, als mir der Sektions-Präsident, Herr Dr. Duval aus Genf erwiderte, daß er seit langen Jahren in den fraglichen Fällen ein Gemenge von zwei Dritteilen Milch mit einem Drittel Hühnerbouillon verordne und durch dieses so einfache Mittel

zahlreiche Heilungen erziele. Kalbs- oder Rindsbouillon würden ohne jeden Zweifel dasselbe Resultat ergeben.

Die Wichtigkeit der Peptogene ist noch größer, wenn es sich um eine wirkliche Erkrankung der Verdauungswege bei einem noch die Mutterbrust erhaltenden Kinde handelt, besonders in den Fällen des akuten Gastrointestinalkatarrhs. Dr. Levier aus Florenz citiert als Anmerkung zu Seite 277 des zweiten Bandes des Werkes von Schiff folgenden Fall:

Bei einem Kinde von 4 Monaten, welches durch eine choleraartige Diarrhöe in einem Zustande äußerster Entkräftung sich befand, dauerte das Erbrechen hartnäckig fort; die gesaugte Milch wurde 10 oder 15 Minuten nach der Einführung fast unverändert erbrochen. Dr. Levier verordnete kleine Klystiere aus konzentrierter Bouillon, die ungefähr 10 g Dextrin enthielten und dem Kinde eine halbe oder eine Stunde, bevor es die Brust bekam, beigebracht wurden. Nach den fünf ersten kleinen Klystieren wurde die Milch geronnen erbrochen, das Erbrechen minderte sich und hörte am fünften Tage auf; in zwanzig Tagen war der Ernährungszustand des Kindes wieder ein normaler. Ich selbst erlebte einen Fall dieser Art vor schon langer Zeit in meiner Familie; in anbetracht der Wichtigkeit des Gegenstandes und der Nützlichkeit desselben für jedermann will ich ihn mit allen seinen Details mitteilen.

Fünfzehn oder zwanzig Tage nach der Geburt des betreffenden Kindes mußte ich das Stillen durch Kuhmilch unterstützen, später mußte anstatt der Brust die Saugflasche mit zwei Dritteilen Milch und einem Drittel Zuckerwasser ausschließlich gereicht werden. Das Kind wurde unruhig, zeigte sich niemals gesättigt, schrie unaufhörlich, wurde von Zeit zu Zeit bleich, dann bekamen sein Gesicht und seine Extremitäten eine violette Farbe, es fing nach der Mahlzeit zu brechen an, das Erbrechen wurde immer häufiger und erfolgte mit solcher Gewalt, daß der Mageninhalt auf ein Meter Entfernung fortgeschleudert wurde. Hierzu gesellte sich eine sehr häufige Diarrhöe, in den Entleerungen befand sich eine beträchtliche Menge geronnener Milch, die Abmagerung machte reißende Fortschritte, die Cyanose nahm zu und von Zeit zu Zeit zeigten sich lokale Konvulsionen. Einer der hervorragendsten Praktiker von Florenz, Dr. Almanzi, welcher zufällig während einer Krise konsultiert wurde, riet heiße Weinkompressen anzuwenden, dem Kinde ein wenig Wein zu geben und ihm einige Bouillonklystiere beizubringen. Diese passenden und verständigen Ratschläge wurden nicht mit aller Strenge und mit der ganzen erforderlichen Beharrlichkeit befolgt, es wurden nur heiße Weinumschläge und später Sinapismen angewendet, welche für den Augenblick die Krampferscheinungen beschwichtigten. Die Haut nahm wieder eine mehr normale Farbe an, die Konvulsionen traten nur noch in selteneren Zwischenräumen auf, und zwar nur dann, wenn das Kind die Milch genommen hatte und wenn Aufstoßen und Erbrechen im Anzuge waren. Einige Tage vergingen, ohne daß die gastrische Störung merkliche Fortschritte gemacht hatte; ein von Professor Schiff angeordnetes Dextrinklystier, welches der kleine Patient gut bei sich behielt, hatte augenblicklich die Diarrhöe aufgehoben und hatte eine vollständig normale Entleerung zur Folge. Unter diesen Umständen hoffte man, daß die Milch einer Amme die

Heilung zu einer vollständigen machen würde. Am ersten Tage nahm das verhungerte Kind auch wirklich gierig die Brust, doch es vermochte das Saugen nicht fortzusetzen, weil ein Nasenkatarrh ihm die Nasenlöcher verstopfte, so daß es, während es saugte, am Atmen behindert war. Herr Dr. LEVIER, welcher mit der Fortsetzung der von Herrn Professor Dr. SCHIFF begonnenen Kur an diesem Tage (24. Juni) beauftragt war, begann in die Nasenlöcher des Kindes einen kräftigen Strahl von lauem Wasser zu injizieren; das hierauf folgende Niesen machte die Nasenlöcher frei und das Kind konnte wieder die Brust nehmen. Alle drei Stunden gab man ein Klystier von gewöhnlicher Bouillon und Dextrin. Die Untersuchung des Thorax ergab nichts Abnormes von seiten des Herzens, welches zur Erklärung der Cyanose hätte dienen können. Das Atmungsgeräusch war in beiden Lungen normal. Das Abdomen, mäßig ausgedehnt, konnte tief palpiert werden, ohne daß das Kind Schmerzenszeichen von sich gab, die abdominalen Hautvenen waren nicht dilatiert und die Gekrösdrüsen, soweit man es mit Hilfe der Palpation beurteilen konnte, nicht geschwellt. Der kleine und leicht unterdrückbare Puls schwankte zwischen 120 und 136 Schlägen, während die Hauttemperatur eher subnormal war. Die Abmagerung war eine extreme. Am folgenden Tage, den 25. Juni, stellten sich die Krampferscheinungen, die Diarrhöe und das Erbrechen mit erhöhter Intensität wieder ein, und man erkannte leicht, daß der Strabismus und die unfreiwilligen Bewegungen der Zunge immer auftraten, wenn das Kind einige Augenblicke an der Brust gelegen hatte. Der größte Teil der Klystiere wurde sofort wieder entleert. Das Kind war äußerst schwach, es nahm mit geringerer Gierigkeit die Brust, und nach einigen Saugversuchen verfiel es in eine Art von komatösen Zustand. Eilig am 26. Juni 6 Uhr morgens hinzugerufen (sagt Dr. LEVIER[1]) fand ich das Kind in einem Zustande, der sich nur durch die Abwesenheit des Trachealrasselns von der Agonie unterschied. Die Extremitäten und die Nase waren kalt, der Radialpuls unfühlbar, das Gesicht eingefallen und livid, die Arme und die Beine fielen, wenn sie mit der Hand hochgehoben wurden, wie tote Massen nieder. Die Respiration, obwohl oberflächlich, war dennoch immer regelmäßig. Einige Löffel feurigen Weines, welche zur Hälfte mit Wasser verdünnt wurden, konnten von dem Kinde verschluckt werden. Man legte Sinapismen um seinen Körper und wickelte die Extremitäten in heiße Tücher; bald begann die Radialis wieder zu schlagen, nach einer halben Stunde waren die Glieder wieder genügend erwärmt und der kleine Patient begann zu schreien und unter der Wirkung der Sinapismen zu strampeln. Nachdem die erste Gefahr beseitigt war, mußte man, während mit der Anwendung der Analeptika immer fortgefahren wurde, das Kind energisch zu ernähren suchen, und dieses mußte ohne Darreichung von Milch geschehen, da man daran nicht mehr zweifeln konnte, daß diese Flüssigkeit nach erfolgter Koagulation den Darm wie ein toter Körper passierte und daß ihre Einführung regelmäßig Brechneigung und konvulsivische Zufälle hervorrief. Schon am vorhergehenden Abend hatte ich angeordnet, daß ein mit zuschraub-

[1] Valore terapeutico del brodo. Imparziale, Florenz, 16. September 1869.

barem Deckel versehener Fleischtopf bereit gehalten werde, um im Falle des Bedürfnisses schnell eine sehr konzentrierte Bouillon zu bereiten. Ich ließ in diesen Fleischtopf ein Kilogramm in Stücke geschnittenes Rindfleisch und ein ganzes Huhn hineinlegen, dazu wurde 1½ l kaltes Wasser gegossen, das Gefäß wurde geschlossen und ans Feuer gesetzt. Nach zwei und einhalbstündigem Kochen hatte man schon eine schmackhafte Bouillon, die man dem Kinde zuerst mit Wein gemischt, darauf ungemischt in einer Quantität von 30 bis 50 gr stündlich einflößte. Dieselbe Menge Bouillon mit soviel Dextrin, als darin lösbar war, wurde als Klystier ebenfalls stündlich verabfolgt. Die Klystiere wurden lauwarm und mit vieler Vorsicht beigebracht und so oft wiederholt, bis sie zurückbehalten wurden. Das Erbrechen hatte gänzlich aufgehört, aber das Kind machte sehr häufig Versuche zu schluchzen. Entleerungen mit gleichzeitiger Austreibung von Gasen erfolgten, wenn auch wenig abundant, stündlich. Da das Kind Milch nicht mehr nahm, so war es interessant, festzustellen, während wie langer Zeit in den Entleerungen die weißlichen Kaseinflöckchen sich zeigen würden. Ungefähr um Mittag, also zehn Stunden nach dem letzten Milchgenuß, hörten die Entleerungen auf, Spuren davon zu enthalten. Sie bestanden damals aus halbflüssigen, klebrigen, durch Galle stark grüngelblich gefärbten Massen und enthielten keine schleimigen Bestandteile mehr. Um zehn Uhr morgens fingen die Extremitäten wieder zu erkalten an, ich ließ daher das Kind in ein heißes Bad von 30° R tauchen. Das erste Untertauchen veranlaßte heftiges Schreien, und drei Minuten nachher kam ein äußerst starker Strabismus convergens hinzu, so daß ich mich entschloß, das Bad zu beenden. Nachdem diese kleine Krise vorübergegangen war, machte die Aufbesserung des allgemeinen Zustandes rasche Fortschritte, und um 3 Uhr nachmittags hatten sich die Kräfte des kleinen Patienten so sichtlich gehoben, sein Gesicht und die Hautfarbe waren so günstig verändert, daß die Eltern mit Beharrlichkeit darauf bestanden, das Kind, wenn auch nur des Versuchs halber, an die Brust zu legen. Es wurde versucht, aber mit einem ungünstigen Resultat. Die Milch wurde fast gänzlich erbrochen, die Krampferscheinungen traten wieder auf und nach ungefähr einer Stunde verfiel das Kind wieder in einen Schlummer, wie es schon mehrere Male am vorhergehenden Tage geschehen war. Man mußte wiederum zu Belebungsmitteln seine Zuflucht nehmen. — Es war offenbar, daß trotz der deutlichen Wiederkehr der Kräfte die Magenverdauung noch nicht in Ordnung war und daß die Bouillon und das Dextrin bisher nur wie Nährmittel gewirkt hatten, ohne Pepsin im Magen zu erzeugen. Das Ergebnis des gegen meinen Willen unternommenen Versuches gab mir das Recht, eine Wiederholung zu verbieten, trotz des Mißtrauens der Frauen, welche sich in meiner Umgebung befanden, zu der konzentrierten Bouillon, welche sie wie viele Leute als eine »erhitzende« Substanz betrachteten. Ich beaufsichtigte alsdann selbst drei Tage und drei Nächte die künstliche Ernährung des Kindes, welche stündlich in der vorher beschriebenen Weise mit Ausschluß jedes anderen Nährstoffes bis zum Abend des 29. Juni fortgesetzt wurde. Während dieser ganzen Zeit erlitt die fortschreitende Rekonvaleszenz keine Störung, die

Stuhlentleerungen, welche sich schon im Laufe des 27. bis auf die Hälfte vermindert hatten, erreichten an den zwei folgenden Tagen nur die Anzahl von acht. Der Meteorismus verschwand ohne jede Medikation; das Erbrechen trat nicht mehr ein; schon während der Nacht vom 27. zum 28. war der Schlaf wieder normal geworden; um ihn nicht zu unterbrechen, mußte man das Kind bis drei Stunden hintereinander ohne Nahrung lassen. Das erwähnenswerteste Moment von allem diesem ist die deutliche und sich steigernde Zunahme der Ernährung während der relativ sehr kurzen Zeit der künstlichen Nahrungszufuhr. Dr. Levier bedauert alsdann, daß er nicht das Kind täglich wiegen konnte, um eine genaue Vorstellung von seiner Zunahme zu erhalten. Die Genauigkeit ist gewiß niemals zu viel in einem ähnlichen Falle, doch das Wiederingangkommen der Ernährung war so sichtbar, daß man davon absehen konnte, und mir erscheint die Zeit, während welcher die künstliche Nahrungszufuhr stattfand, relativ sehr lange, weil es sich eben um ein Kind handelte, das infolge von Inanition im Sterben lag. Es starb nicht und erhielt auch seine normale Färbung wieder, viele Falten verschwanden durch Körperzunahme, die Körperformen rundeten sich ab; in summa kann man sagen, daß das Kind, welches am Morgen des 26. ein kleiner entkräfteter Kadaver war, am Abend des 29., mithin nach drei und einhalbtägiger ausschließlicher Ernährung mit Bouillon, vom sichern Tode gerettet war, gierig sog und von diesem Zeitpunkt an sich sehr schnell erholte. Von dem Augenblick an, wo es wieder die Kraft hatte zu saugen und die gesogene Milch zu verdauen, weigerte es sich entschieden Bouillon zu nehmen. Man setzte dennoch den Gebrauch dextinhaltiger Bouillonklystiere während einiger Zeit fort und in der Folgezeit wurden sie nur dann gebraucht, wenn die Entleerungen ein verdächtiges Aussehen annahmen. Ich empfehle allen dieses ebenso einfache und unschädliche als wirksame Mittel. Die richtig zubereitete Fleischbouillon enthält nicht weniger Albuminoide als die Frauenmilch, und wenn man es will, selbst mehr. Sie hat aber vor der Milch den sehr großen Vorzug, daß ein Teil dieser Substanzen sich in ihr schon als Peptone vorfinden (Corvisart's »albuminose de cuisson«) und somit direkt ohne jede Verdauung assimiliert werden. In meinem Falle diente die Bouillon gleichzeitig als Assimilations- (Nähr-) Substanz, Peptogen und Nahrungsmittel. Sie ist in allen Fällen von hohem Werte, weil die eine oder die andere ihrer Eigenschaften dem Organismus immer zum Nutzen gereicht. — Das Dextrin hat dabei auch seine hohe Bedeutung; denn man darf nicht vergessen, daß es im Vergleich zur Stärke dieselbe Rolle spielt wie die Peptone im Vergleich zu den Eiweißkörpern, es ist wie der Traubenzucker ein direkt ohne jede Verdauung assimilierbares Nahrungsmittel, hat aber außerdem vor dem Traubenzucker noch den Vorzug, zu gleicher Zeit ein vortreffliches Peptogen zu sein; es nährt mithin ebenso wie die Fleischbouillon und begünstigt die Produktion des Pepsins — vorausgesetzt, daß die Krankheit nicht eine derjenigen ist, welche die Bildung der peptonisierenden Fermente oder Profermente gänzlich aufheben und verhindern.

III.

Wir haben jetzt noch einige Worte über eine sehr wichtige und im allgemeinen sehr falsch verstandene Frage zu sagen; es ist dieses die Krankenernährung. In den zwei vorhergehenden Paragraphen haben wir von denjenigen Fällen gesprochen, in welchen der gesunde Mensch sich augenblicklich in einen vorübergehenden Zustand von Apepsie versetzt infolge des fast gänzlichen, rapiden Verbrauches des disponibeln Magenfermentes und des momentanen Fehlens von Peptogenen in seinem Magen. Darauf haben wir von denjenigen Fällen gesprochen, in denen der Mensch sich in einem anhaltenden Zustande von Dyspepsie befindet, wahrscheinlich infolge der ungenügenden Produktion des Propepsins in seinen Magendrüsen und eines geeigneten oder in genügender Menge vorhandenen Peptogens. Endlich sprachen wir von denjenigen Krankheiten der kleinen Kinder, bei denen eine besondere Affektion der Verdauungswege die Pepsindrüsen für einige Zeit unfähig macht, das Proferment zu bilden; in diesen letzteren Fällen können die Peptogene offenbar ihren gewohnten Einfluß nicht geltend machen, wenn dieser wirklich und ausschließlich darin besteht, die Umbildung des Propepsins in definitives Pepsin auf eine unbekannte Weise zu begünstigen. Alle diese Fälle bestärken mich übrigens, wie ich en passant bemerken will, in der Ansicht, daß die Bedeutung dieser Substanzen eine weniger begrenzte ist, als wir es annahmen, und daß sie vielleicht d o c h irgendwie zu der Produktion des Profermentes selbst beitragen. Es gibt nun eine Menge anderer pathologischer Fälle, in allen fieberhaften Krankheiten, und während der gesamten Dauer des Fiebers, wo die Drüsenzellen der Magenschleimhaut gänzlich die Fähigkeit, Propepsin zu erzeugen, eingebüßt haben, und die Drüsenzellen des Pankreas außer stande sind, Protrypsin zu produzieren. — In diesen Fällen ist die Verdauung der Eiweißstoffe aufgehoben und die Peptogene sind als solche unwirksam, wie groß auch ihr Nutzen als Nährsubstanzen sein mag; unter diesen Umständen entsteht die Frage, wie die Kranken zu ernähren seien.

Seitdem man nicht mehr »die Krankheit zu nähren« fürchtet durch die Ernährung des Kranken, herrscht in dem Punkte genügende Übereinstimmung, daß es nur von Nutzen sei, dem im Geleite der fieberhaften Krankheiten auftretenden gesteigerten Stoffverbrauch nicht die Inanition hinzuzufügen, oder mit andern Worten, man ist über die Nützlichkeit, die Kranken zu ernähren, nur einer Ansicht. Aber wie das zustande bringen? Darin liegt die große Schwierigkeit. Man getraut sich im allgemeinen, nur den Kranken die leichtesten Nahrungsstoffe zu reichen, d. h. die am leichtesten verdaulichen. Aber welches ist das am leichtesten verdauliche Nahrungsmittel, wenn jedwede Verdauung aufgehört hat? Das heißt ja soviel, als wenn man fragen würde, welches ist unter den in einer gegebenen Flüssigkeit unlöslichen Salzen das in ihr am leichtesten lösliche? Oder wenn wir uns genauer an unsere Frage halten, welche ist unter den Eiweißsubstanzen am besten verdaulich in einer Flüssigkeit, die Eiweißstoffe nicht verdaut? Das kann sonderbar erscheinen, aber es ist so; es handelt sich besonders

um die Eiweißstoffe, weil sie die einzigen Substanzen sind, welche dem Organismus den erforderlichen Stickstoff liefern. Auch kommt hinzu, daß Speichel und Pankreassaft die Fähigkeit, Stärke in Zucker umzuwandeln, und Pankreassaft und Galle das Vermögen, zu emulgieren, wodurch allein die Verdauung und Absorption von Stärke und Fett möglich wird, niemals gänzlich einbüßen, wie dieses hinsichtlich der peptonisierenden Kraft des Magen- und Pankreassaftes der Fall ist. Es ist mithin klar, daß, solange dieses Unvermögen andauert, sämtliche Eiweißstoffe absolut nicht peptonisiert werden, und daß fast die Gesamtheit ihrer Masse einfach eine nutzlose, ja wahrscheinlich schädliche Last bildet. Nutzlos in erster Linie deshalb, weil, selbst wenn sie in flüssigem Zustande eingeführt werden, wodurch sie wenigstens absorbierbar würden, sie dennoch nichts zur Ernährung beitragen können, da sie, um assimilierbar zu werden, peptonisiert werden müssen. Man weiß, daß das in die Venen eines Tieres injizierte primitive Albumen bald wieder durch den Urin eliminiert wird, während eine mäßige Dosis Pepton assimiliert wird. In zweiter Linie nutzlos deshalb, weil man diese Stoffe in ihrer gebräuchlichen Form, als mehr oder weniger gekochtes oder rohes Fleisch, mithin in mehr oder weniger fester Form einführt, wodurch die Absorption gehindert wird. Die Fleischfaser kann besonders in rohem Zustande zweifellos durch den verlängerten Aufenthalt in einem feuchten und lauwarmen Menstruum erweicht und unter dem Einfluß desselben Menstruums, sofern es sauer ist, aufgelockert werden, aber dieses findet in der Mehrzahl der Fälle, um die es sich hier handelt, nicht statt, und es genügt nicht einmal, um sie nur zur Absorption geeignet zu machen. Schädlich zuerst deswegen, weil es ein Nachteil ist, rohe Stoffe im Verdauungstraktus angehäuft zu haben, zumal wenn es sich um eine Erkrankung dieses Traktus (z. B. im Typhus) handelt, und dann deswegen, weil die Eiweißkörper im besonderen gefährlich sind wegen der putriden Zersetzung, welcher sie notwendigerweise früh oder spät anheimfallen, besonders da die Umstände, unter denen sie sich in einem pepsinfreien und im allgemeinen säurefreien Magen oder Intestinum befinden, dieser Zersetzung im äußersten Maße Vorschub leisten.

Ich bin mithin überzeugt, daß alle Ernährungsversuche der Kranken, welche unaufhörlich von den Ärzten gemacht werden, zum mindesten nutzlos sind, und daß sie in einigen Fällen Nachteile und selbst beklagenswerte Folgen haben können. Doch die Notwendigkeit die Kranken zu ernähren ist gebieterisch, das Ganze besteht darin, es so rationell auszuführen, als es der gegenwärtige Zustand unserer physiologischen und chemischen Kenntnisse hinsichtlich der Verdauung uns möglich macht.

In chemischer Hinsicht wissen wir, daß für die Verdauung irgend einer festen oder flüssigen Eiweißsubstanz (wie rohes Eiweiß) drei Faktoren vorhanden sein müssen, auch ist deren Zusammenwirken eine absolute Bedingung dieser Verdauung; wenn daher einer dieser Faktoren fehlt, dann vollzieht sich die Verdauung nicht. Diese drei Faktoren sind: das Wasser, eine Säure (im allgemeinen HCl) und das peptonisierende Ferment (das Pepsin). Die Verdauung ist in einem Magen, in

dem eines von ihnen mangelt, unmöglich. Das Wasser fehlt ohne Zweifel niemals gänzlich, aber oft ist es in ungenügender Menge vorhanden; dies ist der geringste Übelstand, denn es ist immer sehr leicht, eine sozusagen unbegrenzte Menge davon einzuführen, indem man einfach dem Kranken gestattet, oft und viel zu trinken, was niemals Schaden anrichten kann. Die Säure fehlt oft und bisweilen gänzlich; in diesem Falle ist die Verdauung, selbst wenn Pepsin vorhanden sein würde, unmöglich; glücklicher Weise kann die Säure mit derselben Leichtigkeit als das Wasser in den Magen eingeführt werden. Die Kranken bevorzugen selbst die säuerlichen Getränke — sie sind angenehmer und löschen besser den Durst — welche Säure man auch gebrauchen mag. Die Natur der Säure ist in Hinsicht auf die Verdauung fast gleichgültig, es bringt mithin keinen Nachteil, wenn man die Salzsäure bevorzugt, da sie diejenige ist, welche sich gewöhnlich im Magensaft vorfindet, und man ganz einfach anstatt des reinen Wassers die Salzsäure-Limonade — $1^1/_2$—2 Säure pro mille enthaltendes Wasser — als ständiges Getränk den Kranken reicht. Auf diese Weise ist man sicher, daß in jedem Falle und stets eine Dosis Säure vorhanden ist, welche zur schnellsten und vollständigsten Ausnutzung des vorhandenen Pepsins und der eingeführten Albuminate hinreicht; diese letzteren werden durch die Säure erweicht, aufgelockert und syntoninisiert, d. h. sie werden leicht zugänglich gemacht für die geringsten Pepsinspuren, welche sich noch in dem von der Magenschleimhaut secernierten Saft vorfinden können.

Alles dieses ist gut, solange es nur Wasser und Säure sind, die mangeln, und so lange als man annehmen kann, daß noch, oder von neuem eine wenn auch beschränkte Pepsinproduktion stattfindet, wie das im Beginne der Krankheit der Fall ist, wo das Fieber noch unbedeutend ist, oder im Endstadium, wenn das Fieber merklich an Intensität verloren hat und die Pepsinproduktion vielleicht wieder in Gang gekommen ist. In diesen beiden Fällen kann man hoffen eine wenn auch noch so schwache Peptonisation wenigstens eines Teiles der eingeführten Albuminate zu erhalten, und hier allerdings ist die Wahl des Nahrungsmittels in der That von großer Wichtigkeit. Man wird natürlich diejenigen Fleischsorten aussuchen, welche erfahrungsgemäß die am leichtesten verdaulichen sind, man wird sie nicht gekocht verabreichen, wodurch sie viel widerstandsfähiger werden, sondern gebraten und halb roh oder gar ganz roh. Die rohe Muskelfaser verhält sich sauren und peptischen Flüssigkeiten gegenüber auf ähnliche Weise wie das Blutfibrin; sie lockert sich schnell und beträchtlich auf und peptonisiert sich verhältnismäßig mit großer Schnelligkeit — weniger schnell jedoch als das Fibrin. Auch würde ich keinen Anstand nehmen, ein wie ich glaube wenig gebrauchtes Nahrungsmittel, wenn es überhaupt jemals angewandt worden ist, zu verabreichen, zumal da sich dessen Gebrauch der Theorie nach von selbst empfiehlt und da seine Güte sich auch praktisch in einigen Fällen von hartnäckiger Dyspepsie, in welchen ich es verwendete, bewährt hat. Man weiß, daß das durch HCl aufgelockerte Blutfibrin in einigen Augenblicken bis zu dem Grade durch die geringsten Pepsinspuren verdaut wird, daß Brücke geglaubt hatte, es könne eine unend-

lich kleine Menge Pepsin eine unendlich große Menge Fibrin peptonisieren; das ist natürlich ein Irrtum, es gibt vielmehr eine Grenze, welche nicht überschritten werden kann; fest steht aber, daß keine bekannte Substanz sich ebenso schnell und ebenso leicht peptonisiert. Es besteht auch keine Kontraindikation, welche es verbietet, den Kranken in Salzsäure aufgelockertes Rinderblutfibrin, welches man sich überall und zu jeder Zeit verschaffen kann, zu verabreichen. Man muß es jedoch gehörig zubereiten, besonders muß es von dem vorhandenen Hämoglobin befreit werden; denn es ist merkwürdig, bis zu welchem Grade hämoglobinhaltige Fibrinflocken der Verdauung widerstehen. Das Verfahren ist übrigens sehr einfach: man erhält das Fibrin durch Peitschen des aus einem eben geschlachteten Rinde ausströmenden Blutes, und bekommt es von den Schlächtern in Form dicker Flocken, welche eine schwammige, durch Hämoglobin intensiv rot gefärbte Masse bilden. Man wäscht es, indem man es in viel Wasser stark umrührt und knetet, das Wasser muß zu wiederholten Malen erneuert werden. Das Fibrin wird sichtlich blasser und nimmt schließlich eine mattweiße Färbung an, die kaum einen leicht gelblichen oder rosafarbigen Schimmer erkennen läßt.

Man zerschneidet oder zerhackt es alsdann in ganz kleine Stücke und bringt das Ganze, nachdem es noch einmal abgespült und gut ausgedrückt worden ist, in 2—2½ Salzsäure pro mille enthaltendes Wasser; es lockert sich sichtlich auf und wandelt sich in eine durchscheinende Gallerte um. Diese Gallerte läßt man den Kranken in kleinen Quantitäten, aber oft nehmen: zwei oder drei Löffel voll stündlich oder zweistündlich. Man nützt so auf die schnellste und wirksamste Weise das ganze Pepsin aus, welches der Magen des Kranken liefert.

Es ist aber klar, daß selbst das aufgelockerte Fibrin, welches in vielen Hinsichten das Ideal eines eiweißhaltigen Nahrungsmittels ist, absolut nutzlos wird, wenn das Pepsin im Magensaft gänzlich fehlt. Was ist dann zu thun? Dann ist nichts einfacher, als daß man entweder mit der salzsauren Limonade oder mit dem Fibrin oder Fleisch kleine Dosen Pepsin reicht, und zwar gutes Pepsin, wie man es jetzt fast in allen Apotheken vorfindet. Dieses Pepsin ist ohne Zweifel ein variabeles Produkt, dessen verdauende Kraft man nur durch für jeden einzelnen Fall angestellte Versuche fesstellen kann; doch ein derartiges Verfahren ist nur für den Apotheker, welcher den Handelswert seines Produkts kennen will, erforderlich, oder für den Chemiker, der den wissenschaftlichen Wert feststellen will; für den Arzt am Krankenbett ist es von keiner großen Bedeutung, vorausgesetzt, daß der zehnte Teil des gereichten Pulvers Pepsin ist und der Rest Stärke oder Dextrin. Es hat dieses Mischungsverhältnis keine Nachteile und ist ganz richtig; denn man kann sicher sein, daß die Anwesenheit einer gewissen Quantität Dextrin in allen den Fällen, um welche es sich hier handelt, Nutzen bringt, weil das Dextrin erstens ein vorzügliches Nahrungsmittel aus der Gruppe der Kohlenhydrate ist, das ohne jede weitere Verdauung assimiliert wird, und zweitens weil es zu gleicher Zeit auch ein vortreffliches Peptogen ist; es verdient in dieser Hinsicht den Vorzug vor dem Traubenzucker, welcher kein Peptogen ist; es kann in keinem Falle eine nachteilige Wirkung

haben und wird immer, wenn die Pepsinproduktion überhaupt noch möglich ist, dieselbe als Peptogen begünstigen.

Übrigens hat man jetzt Pepsinweine von sehr guter Qualität, und da man in infektiösen Fiebern, im Typhus z. B., oft feurige Weine — Marsala, Madeira, Malaga — reicht, so steht auch dem nichts im Wege, dieselben Weine mit einem Gehalt von aufgelöstem Pepsin zu geben.

Dem Leser drängt sich gewiß unwillkürlich die Frage auf, warum man in diesen Fällen nicht ganz einfach Peptone gibt? Das würde in der That das beste sein, wenn man sicher wäre, wirklich immer reine und gute Peptone zur Verfügung zu haben, was unglücklicherweise nicht der Fall ist, und wenn ferner alle jetzt käuflichen Peptonpräparate von einem leicht bittern und an Leim erinnernden Nachgeschmack frei wären, wegen dessen viele Kranke bald sie zu nehmen sich weigern. Für diejenigen, welche in dieser Hinsicht weniger empfindlich sind, ist es gewiß das beste, und ich habe sehr günstige Resultate gesehen, wenn z. B. anstatt des reinen Marsala eine Auflösung von 20 bis 30 g Pepton in einer Flasche Wein gegeben wurde.

Aber man kann im Notfalle auf die Peptone verzichten und sie durch frisch bereitete Fleischbouillon ersetzen, welche die Kranken immer sehr gern nehmen. Nur muß sie alsdann mit mehr Sorgfalt und Übung zubereitet werden, damit sie eine genügende Dosis von Eiweißstoffen enthält und damit diese letzeren soviel als möglich durch ein verlängertes Kochen unter erhöhtem Druck peptonisiert werden. Man muß sich zu diesem Zwecke eines Papin'schen Topfes mit zuschraubbarem Deckel und Sicherheitsventil bedienen. Man muß ganz frisches Fleisch nehmen, aber es muß die Totenstarre überstanden haben und saure Reaktion besitzen; denn nur unter diesen Umständen wird ein Teil der Albuminate, welche sonst bei der Temperatur des kochenden Wassers koagulieren würden, in Lösung bleiben, infolge der Einwirkung der Fleischmilchsäure, welche ihre Koagulationsfähigkeit aufhebt. Man muß das Fleisch in kleine Stücke zerschneiden, in kaltes Wasser bringen (ein Liter für das Kilo) und es sehr allmählich erhitzen; sobald es zu kochen anfängt, muß man es sehr lange Zeit, mehrere Stunden in dem kochenden Wasser liegen lassen. Wünscht man eine Bouillon, die schon viel besser ist als die gewöhnlich zubereitete, dann fügt man von Zeit zu Zeit wieder Wasser hinzu, da dieses durch Verdampfung sich vermindert; wünscht man aber ein noch mehr nährendes Produkt, dann muß das Nachgießen von Wasser unterbleiben, man erhält alsdann ein Getränk, welches den sehr angenehmen Geruch und Geschmack frischer Bouillon hat und keinen Widerwillen erzeugt, den die meisten Kranken für die käuflichen Peptone empfinden.

Ich würde mithin die Ernährung fiebernder Kranken auf folgende Weise regeln.

Säuerliche Getränke im Überschuß (vorzugsweise die Salzsäurelimonade) während der ganzen Dauer der Krankheit.

In gleicher Weise während des ganzen Krankheitsverlaufes gute Fleischbouillon, die frisch zubereitet und mehr oder weniger konzentriert sein muß, je nachdem es mehr oder weniger Not thut, die Ernährung des Kranken zu unterstützen.

Im Beginn des Fiebers leichte Nahrungsmittel, die leicht verdaulich sind und so wenig als möglich unverdaulichen Rückstand hinterlassen. Die Hinzufügung von Traubenzucker oder besser noch von Dextrin zur Limonade oder zur Bouillon macht jedes andere stärkehaltige Nahrungsmittel überflüssig; denn es sind dieses zwei direkt assimilierbare Kohlenhydrate, während von Rohrzucker dieses nicht behauptet werden kann. Während der Fieberakme kleine, oft wiederholte Dosen Pepsin, in Pulver- oder Pillenform, oder in Limonade oder Wein aufgelöst. Öfters kleine Mengen gut gewaschenen, gehackten und in HCl aufgelockerten Fibrins; kleine Quantitäten Pepton und Dextrin in Limonade, Wein oder Bouillon aufgelöst; endlich sehr vorsichtig sehr kleine Mengen von rohem oder schwach gebratenem Fleisch. Der geeignete Zeitpunkt für die Erhöhung des Fleischquantums fällt mit dem Eintritt der Deferveszenz zusammen und wird durch ein besseres Aussehen der Zunge und durch das Wiedererscheinen des Appetits angezeigt; zu dieser Zeit beginnt wahrscheinlich wieder die Produktion von Propepsin in den Drüsen der Magenschleimhaut.

Vor vielen Jahren sprach sich einer der bedeutendsten Physiologen Deutschlands folgendermaßen über die Schiff'schen Untersuchungen aus:

»Schiff teilt eine Reihe von Thatsachen mit, welche so merkwürdig »sind, daß sie — wofern sie sich bestätigen sollten — den bedeutendsten »Entdeckungen in der Verdauungslehre beigezählt werden müßten.« — »Die Sätze Schiff's sind in merkwürdiger Übereinstimmung mit manchen »diätetischen Gewohnheiten, denen man nach dem Prinzipe der natür»lichen Züchtung füglich eine tiefere Bedeutung zuschreiben darf.« — »Es liegt ferner auf der Hand, daß die Lehre Schiff's für die Auf»fassung pathologischer Vorgänge sowie für das therapeutische Handeln »von größter Tragweite sein müßten.«

Wenige prophetische Aussprüche haben sich so vollkommen und so glänzend bewährt.

Über die Bevölkerung.

Von

Alfred Nossig.

(Schluß.)

II. Versuch einer Synthese.

§. 9. Der analytische Prozeß, den wir in der ersten Hälfte der vorliegenden Arbeit vorgenommen, hat uns als Resultat gewisse Schlüsse ergeben, welche im stande sind, in dauernde Verbindungen miteinander zu treten. Sie werden das Material für die weiteren Ausführungen bilden, welche uns zu den Verallgemeinerungen in unserem Gegenstande überleiten sollen, zur Herausfindung jener Gruppe von Gesetzen, auf welche das System des Kreislaufes in dem Organismus der Menschheit sich gründet.

Indem unsere Untersuchungen sich mit der Natur des sozialen Kreislaufes beschäftigen, betrachten sie diesen Kreislauf als etwas Gegebenes; sie werden daher weder nach der Art seiner Entstehung noch nach seinem wahrscheinlichen Ende zu der Zeit, wo alles organische Leben auf unserem Planet abgeschlossen sein wird, forschen. Hingegen werden sie die Entdeckung der Gesetze dieses Kreislaufes anstreben, welche in der Wissenschaft den Namen der »mittleren Gesetze« (»Axiomata media«) führen.

An erster Stelle haben wir uns mit der Feststellung des wahren Fortschrittes der Bevölkerung zu beschäftigen. Die Bevölkerung stellt sich uns als ein Komplex von organischen Individuen dar, welcher seiner Natur nach unter die allgemeine Ordnung des organischen Daseins fällt; diese Ordnung aber gründet sich auf die unaufhörliche Existenz zweier parallel laufender Prozesse, des Emporsprießens und des Welkens [1]. Die

---

[1] Der aufmerksame Leser wird leicht bemerken, daß wir dadurch keineswegs auf die Analogien Schäffle's und Spencer's (Principles of Sociology, 1874—79) eingehen. Während diese Schriftsteller die Gesellschaft als einen Organismus höherer Art, der jedoch unter sämtliche biologischen Gesetze fällt, behandeln, betrachten wir sie als einen Komplex von organischen Individuen; der soziale Kreislauf, auf den wir uns berufen, beruht nicht auf biologischen, sondern auf mechanischen Gesetzen.

Bevölkerung entsteht und entwickelt sich, verfällt und verschwindet endlich; aus ihren Überresten erhebt sich eine neue Gesellschaft, welche einen ähnlichen Lebensprozeß zu durchlaufen bestimmt ist.

Das allgemeine Schema der Evolution, der Differenzierung und engeren Verbindung der differenzierten Teile, endlich der Involution entspricht auch dem Leben der Bevölkerung. Die Völker des Altertums liefern uns Beispiele dieses Prozesses[1]; in ihrer Geschichte erkennen wir deutlich die drei Perioden der Entwickelung, der Blüte und des Verfalles in ihrer Aufeinanderfolge. Die heutigen Gesellschaften haben größtenteils bereits die Periode der Blüte begonnen. Ihr Leben verspricht um vieles länger zu werden als das Dasein der alten Völker, da ihre individuelle Entwickelung (Individualisation oder Integration) eine viel längere Zeitperiode in Anspruch genommen hat; daß aber ihre Reife nicht fern ist, davon zeugen die zahlreichen Reproduktionsakte, als welche man die seit geraumer Zeit vor sich gehenden Kolonisationen betrachten muß. Entsprechend seiner Zunahme bedarf der Organismus eines größeren Nahrungsquantums; gleichwie jedoch ein Mensch nie aus Besorgnis, er möchte sich der Notwendigkeit, mehr Nahrung erwerben zu müssen, ausgesetzt sehen, die Zunahme seines Körpers und seiner Kräfte hemmen wird, so würde es auch für eine Bevölkerung unvernünftig sein, durch Hemmung ihrer Zunahme sich stets auf demselben Niveau der Zahl und Macht zu erhalten.

Bevor wir jedoch die Lenkung der Bevölkerungszunahme seitens der Menschen genauer ins Auge fassen, müssen wir die natürlichen Gesetze dieser Zunahme erforschen. Diese Gesetze, zusammengefaßt, können uns eine zweifache Antwort geben: Die Bevölkerung würde auf der ganzen Erdoberfläche stetig und unveränderlich zunehmen, wenn sie auf keine Hindernisse stoßen würde; oder auch: Verschiedene Bevölkerungen nehmen, — auch wenn sie sich vollständig ungehindert entwickeln — in verschiedenem Tempo zu, oder mit anderen Worten, sie verdoppeln sich in verschiedenen Zeitperioden. — Zur Annahme dieser letzteren Ansicht bestimmen uns folgende Umstände. Wie bekannt hängt die Reproduktionskraft organischer Wesen von nachfolgenden Momenten ab: a) von dem Zeugungsalter, b) von der Anzahl der Fälle der Zeugung, c) von der Individuenzahl bei einem jeden Wurfe, d) von der Dauer der Fruchtbarkeitsperiode. Mit Ausnahme des dritten Momentes sind alle übrigen verschieden bei Bevölkerungen, welche verschiedene Zonen bewohnen. Sie hängen hauptsächlich vom Klima ab; ein wärmeres Klima erlaubt infolge der Reichlichkeit der Naturprodukte, welche leicht erringbare Ertragsquellen bieten, dem menschlichen Organismus rascher zur Reife zu gelangen; einerseits nämlich ist dieser Organismus nicht sehr thätig,

---

[1] Eine ähnliche Vorstellung war schon den Alten bekannt. Die Ägypter hatten berechnet, daß die mittlere Lebensdauer eines Volkes 1465 Jahre umfaßt, soviel also, wieviel der mythenhafte Vogel Phönix leben soll, welcher in Asche zerfällt und hierauf wieder geboren wird. (Draper, „Geschichte der Entwickelung des menschlichen Geistes in Europa".) Whewell („History of the inductive sciences") führt eine ähnliche astronomische Berechnung an, welche von den Ägyptern „sothische Periode" genannt wurde.

verbraucht also nicht viel Material durch Kräfteausgabe bei der Arbeit, wodurch seine Integration (individuelle Entwickelung) rascher fortschreitet; anderseits beschleunigt die Temperatur selbst, welche in warmen Zonen höher ist, dieses Reifen. Nicht nur das Alter der geschlechtlichen Reife, sondern auch die Zeugungskraft selbst wächst mit der Wärme des Klimas. Der schon erwähnte Umstand, daß die reichhaltigen natürlichen Ertragsquellen angestrengte Arbeit unnötig machen, verursacht eine Ersparung des Materials, welches wo anders auf die Arbeit verbraucht wird; das so ersparte Material ermöglicht eine größere Reichhaltigkeit der Desintegration (der reproduktiven Thätigkeit). Diese Erscheinung gründet sich auf das Gesetz, daß der Organismus desto fruchtbarer sei, je unthätiger er ist. Dies Gesetz findet die zweite Seite seiner Bestätigung in den Verhältnissen der in kälteren Zonen lebenden Bevölkerungen. Dort zwingt die weniger freigebige Natur den Menschen zur unaufhörlichen Arbeit um Unterhalt, Kleidung und Sicherung vor den vernichtenden Einflüssen des strengeren Klimas; die bedeutende Kräfteausgabe und die niedrige Temperatur der Atmosphäre verzögern die geschlechtliche Reife und verringern den Vorrat an Zeugungsmaterial zu Gunsten des Integrationsprozesses [1].

Ihre ursprüngliche Vermehrungskraft verdankt die Bevölkerung den natürlichen Bedingungen ihrer Umgebung. Von den parallel nebeneinander herlaufenden Lebensprozessen tritt die Integration immer bedeutender hervor; die Bevölkerung wird dichter, ihre Organisation und Zivilisation im allgemeinen wächst. Alles scheint darauf hinzuweisen, daß die Bevölkerungen, in der Zivilisation fortschreitend, einer Reduktion ihrer Vermehrungskraft unterliegen. Die Geschichte belehrt uns, daß nach der Periode der reichsten Blüte, welche durch bedeutende Kolonisation charakterisiert wird, die Fruchtbarkeit der Bevölkerung in steter Abnahme begriffen sei und endlich vollständig versiege, sobald der Desintegrationsprozeß die Oberhand gewinnt. Naturwissenschaftlich wird diese Erscheinung durch den Antagonismus, welcher zwischen der Integration des Individuums und derjenigen der Gesellschaft herrscht, erklärt. Der zivilisatorische Fortschritt bewirkt die Zunahme des Gehirnes und der Nervenzentren, und die geistige Arbeit, welche gewöhnlich die geschlechtliche Thätigkeit beim Individuum steigert, offenbart in einer Reihe von Generationen ihren nachhaltigen, die ursprüngliche Vermehrungskraft dämpfenden Einfluß. Indem die Gesellschaften sich entwickeln, altern sie: wie schwach war die Reproduktionskraft des sinkenden römischen Volkes und wie unerhört jene »inexhausta vis generandi« der jungen germanischen Stämme, welche zu jener Zeit Südeuropa mit stets frischen Bevölkerungsströmen überfluteten!

Dies sind die Umstände, welche die angeborne Reproduktionskraft

[1] Es hat den Anschein, als ob die einer Bevölkerung eigentümliche Vermehrungskraft auf dem Wege der Vererbung sogar noch durch lange Jahrhunderte nach der Übersiedelung derselben aus ihren ursprünglichen Wohnsitzen unversehrt erhalten wird. Wir verweisen hier auf das Beispiel des jüdischen Volkes. Die Armenier, welche in Europa und Asien zerstreut sind, verlieren allmählich ihre Fruchtbarkeit.

der einzelnen Bevölkerungen normieren. Bei einer und derselben Bevölkerung ist diese Kraft nicht konstant, sie unterliegt Änderungen in dem Maße, wie einzelne von den auf sie einwirkenden Faktoren hinzukommen oder entfernt werden. Die äußeren, von dem primitiven Wildheitszustande der Gesellschaften untrennbaren Hindernisse erschweren das ungezwungene Leben der Individuen, dafür aber steigt die Reproduktionskraft; in dem Maße jedoch, wie die Hindernisse und Gefahren beseitigt werden, nimmt sie ab. Die von der Biologie entdeckten Gesetze finden im Verlaufe der Geschichte und in den zeitgenössischen Verhältnissen ihre Bestätigung. Bevölkerungen, welche ein gefahrloses Leben genießen, zeigen eine viel geringere jährliche Zunahme als diejenigen, welche im Kampfe mit ihrer Umgebung durch raschen Abgang von Individuen verringert werden; diese letzteren erneuern sich in viel rascherem Tempo.

Indem wir unsere bisherigen Ausführungen resümieren, stellen wir fest: Bei ungehinderter Vermehrung würde die Bevölkerung nicht in endloser Progression zunehmen; sie unterliegt als Komplex von organischen Wesen der Einwirkung zweier nebeneinander herlaufender Prozesse, der Integration und Desintegration; das Verhältnis dieser beiden Prozesse $\frac{\text{Integration}}{\text{Desintegration}}$ stellt den jedesmaligen Zustand der Bevölkerung dar; dies Verhältnis nun macht folgende drei Perioden (deren Grenzen verfließen) durch: a) der Zähler ist größer als der Nenner (die Bevölkerung wächst), b) Zähler und Nenner sind einander gleich (die Bevölkerung befindet sich im Gleichgewichte), c) der Zähler ist kleiner als der Nenner (die Bevölkerung verfällt).

Wenn wir das Muster einer sich normal entwickelnden Bevölkerung annehmen und, alle zufälligen, die normale Ordnung kreuzenden Einflüsse vollständig außer acht lassend, nach dem Verhalten ihrer Reproduktionskraft, welche in einem konstanten Verhältnisse zum Alter und zur Entwickelung der Bevölkerung steht, forschen, so gelangen wir auf Grund der obigen Ausführungen zu nachfolgenden Behauptungen:

1) *Die ursprüngliche Reproduktionskraft ist nicht eine und dieselbe bei allen Bevölkerungen; sie hängt von den natürlichen Bedingungen ab, unter denen die Bevölkerung entstanden.*

Sie steht in geradem Verhältnisse zum Alter der Geschlechtsreife, in umgekehrtem zur Anstrengung, welche durch die natürlichen Bedingungen zum Verschaffen von Unterhalt und Sicherheit erfordert wird.

2) *Die ursprüngliche, einer gewissen Bevölkerung eigentümliche Reproduktionskraft bleibt sich nicht unabänderlich gleich, sondern unterliegt einer fortwährenden Verkleinerung infolge der Einwirkung von Faktoren, die auf Grund der Entwickelung der Bevölkerung entstehen; bei normaler Entwickelung wächst die Einwirkung dieser Faktoren in gleichen Zeitabschnitten nach einem Gesetze, welches durch eine Funktion der ursprünglichen Reproduktionskraft der Bevölkerung ausgedrückt wird.*

Faktoren von solcher Art sind: das Alter der Bevölkerung, die Zunahme der Kräfteausgabe zum Zwecke der Integration der Individuen, die Gefahrlosigkeit, welche das Leben des Individuums umgibt[1].

Daraus ergibt sich der nachfolgende dritte Satz von der angebornen Reproduktionskraft der Bevölkerung:

3) *Die Reproduktionskraft der Bevölkerung steht in einem geraden Verhältnisse zur ursprünglichen Fruchtbarkeit derselben, und in einem umgekehrten (gemäß dem zweiten Satze) zu den diese ursprüngliche Fruchtbarkeit vermindernden, aus der Entwickelung der Bevölkerung fließenden Faktoren.*

Wir lassen den mechanischen Ausdruck dieses Satzes folgen:

Die ursprüngliche Reproduktionskraft, welche wir durch den Buchstaben P ausdrücken, ist eine konstante und unveränderliche Kraft; dieser wirkt eine zweite konstante und ungleichförmig, aber stetig zunehmende Kraft entgegen (die Summe der aus der Entwickelung fließenden Faktoren), welche wir durch den Buchstaben Q ausdrücken, wo Q (nach Satz 2) eine Funktion von P ist; wenn wir diese Funktion durch ξ ausdrücken, so ist $Q = \xi(P)$.

Die Reproduktionskraft der Bevölkerung wird die Resultierende aus den beiden oben angeführten Kräften sein; wenn wir sie durch R ausdrücken, so wird ihre Formel lauten:

$$\text{I)}\quad R = P - Q = P - \xi(P)$$

R *(die Reproduktionskraft) ist eine konstante, ungleichförmig, aber stetig sich vermindernde Kraft.*

§. 10. In dem vorangehenden Abschnitte prüften wir die Reproduktionskraft der Bevölkerung. Nun wollen wir unsere Aufmerksamkeit nicht nur der numerischen, sondern auch der kulturellen Entwickelung der Bevölkerung zuwenden, um die Natur des sozialen Kreislaufes zu erklären. Die in dieser Hinsicht erlangten Resultate sollen uns das thatsächliche Verhältnis der Bevölkerung zu den Unterhaltsmitteln darthun und das eigentliche Wesen der Übervölkerung sowie die Ursache der sie begleitenden Leiden erklären.

Prüfen wir aufmerksam die normale Entwickelung der Bevölkerung[2]. Die Individuen, welche ihr Dasein der ursprünglichen Reproduktionskraft verdanken, beginnen sogleich den Kampf ums Dasein einerseits mit der Natur und ihren vernichtenden Einflüssen, anderseits mit ihren Feinden und Nebenbuhlern. Während dieses Ringens treten sie zusammen, um einander in dem Kampfe gegen die Natur und gegen die sich zu einer zweiten Bevölkerung verdichtenden Individuen gegenseitig zu unterstützen; ein solches Zusammentreten kann nur auf dem Wege gegenseitiger Konzessionen stattfinden, welche die ersten Anfänge einer Organisation ermöglichen. Eine derartige Gruppierung der miteinander kämpfenden

---

[1] Wir haben die Einwirkung der geologischen und astronomischen Faktoren nicht berücksichtigt, da ihr Einfluß erst in ungemein langen Zeitperioden hervortritt.

[2] Wir sprechen nur von einer solchen Bevölkerung, welche sich unter Bedingungen, die überhaupt eine Entwickelung zulassen, befindet. Ähnlich einem jeden organischen Wesen kann die Bevölkerung sich unter solchen natürlichen Bedingungen befinden, welche eine Entwickelung geradezu unmöglich machen.

Kräfte hemmt jedoch keineswegs die Wirkung des Daseinskampfes im Innern der Bevölkerung, die sich zu organisieren beginnt. Innerhalb dieser Bevölkerung gährt dieser Kampf mit ungeschwächter Energie; Individuen, welche die anderen durch gewisse Vorzüge (physische Kraft, Tapferkeit und geistige Fähigkeit) übertreffen, schwingen sich über die Gesamtheit empor, und allmählich bilden sich die Schichten der Bevölkerung. Die Individuen vermehren sich, bilden Familien, diese wiederum durch weitere Vermehrung Klassen oder Schichten. Diese neue Gruppierung der Bevölkerung schwächt ebenfalls nicht die Energie des Kampfes ums Dasein, sondern verleiht den miteinander zusammentreffenden Elementen eine deutlichere Richtung; innerhalb einer jeden Klasse kämpfen miteinander rivalisierende Individuen, die Klassen hingegen kämpfen miteinander. Die Organisation der Bevölkerung schreitet also immer mehr vor, da der Klassenkampf danach strebt, diese Organisation stets freier und vollkommener zu gestalten.

Gleichzeitig geht der Kampf mit der Natur und den übrigen Bevölkerungen vor sich. Nachdem sie sich vor den vernichtenden Einflüssen von plötzlichen atmosphärischen Veränderungen, Überschwemmungen und ähnlichen Ereignissen, deren Folgen der Mensch überhaupt zu hemmen oder zu beseitigen vermag, gesichert, erringt die Bevölkerung immer mehr Schätze, die in der Natur verschlossen sind und deren Gebrauch immer vollkommener wird. Der Kampf zwischen den Bevölkerungen, der anfangs um vorteilhafte Weideplätze und Gegenstände des unmittelbaren Genießens geführt wird, geht in einen Streit um günstige Handelsverhältnisse zu Land oder zur See sowie um andere Ertragsquellen, welche eine schon zivilisierte Bevölkerung auszunutzen versteht, über.

Die Gewalt des Kampfes hat sich auch hier nicht vermindert; jedoch legt derselbe, gleich wie der im Schoße der Bevölkerung stattfindende Kampf, seine ursprüngliche rohe Gestalt ab und veredelt sich immer mehr. Die einer und derselben Bevölkerung angehörenden Individuen, welche ursprünglich blutige Kämpfe ausfochten, verwandeln sich in Nebenbuhler, welche mit den Waffen der Arbeit und der Ausdauer, der Erfindungsgabe und der Energie wetteifern. Der Klassenkampf erhebt sich immer seltener zu gewaltsamen und blutigen Zusammenstößen und führt anstatt dessen auf dem Wege des durch moralische Faktoren ausgeübten Druckes Konzessionen herbei. In dem Kampfe mit der Natur erringt der Mensch, sobald die seitens der reißenden Tiere und der gewöhnlichen vernichtenden Einflüsse drohende Gefahr beseitigt wurde, mit der Waffe seines forschenden Geistes und der ihm unterthänigen Technik glänzende und unblutige Siege; auch der Kampf zwischen den Bevölkerungen verliert immer mehr seinen blutigen Charakter; die Bevölkerungen wetteifern um größere Macht auf dem Wege der Besserung ihrer inneren Organisationen, der Hebung ihrer Produktionskraft auf materiellem und geistigem Gebiete.

Die naturwissenschaftliche Theorie der Entwickelung der Bevölkerung belehrt uns daher, daß der Kampf ums Dasein, indem er auf dem Wege der natürlichen Züchtung den Fortschritt der Bevölkerung ver-

ursacht, selbst immer mehr veredelt wird, ohne jedoch etwas von seiner Energie zu verlieren.

Der Kampf ums Dasein strebt also danach, die Bevölkerung stets vorwärts zu schieben. Seinem ungehinderten Wirken jedoch stellt sich die der Bevölkerung angeborne Schwerkraft entgegen, welche, allein wirkend, die Bevölkerung zum fortwährenden Verbleiben auf einer und derselben Linie zwingen und jeden Fortschritt ausschließen würde. Diese Kraft ist es, welche die Schwierigkeit einer jeden Veränderung in dem System der durch den Daseinskampf vorwärts getriebenen Bevölkerung bewirkt. Erst auf das gemeinsame Wirken der sozialen Schwerkraft und des Daseinskampfes gründet sich die thatsächliche Entwickelungsbahn der Bevölkerung.

Bevor wir diese ganze Bahn zu übersehen im stande sein werden, müssen wir die Wirkungsart der besprochenen Kräfte und ihre Resultate in den einzelnen die Entwickelungsbahn zusammensetzenden Abschnitten prüfen. In der ersten Daseinsperiode der Bevölkerung, deren Kennzeichen die Ungebundenheit der durch keine umfassende Organisation vereinigten Individuen ist, trachtet die Schwerkraft die aufeinanderfolgenden Generationen auf derselben Lebenslinie zu erhalten, der Kampf ums Dasein hingegen strebt die Verbindung und Konzentrierung der Individuen an; am Ende der Periode hat also die Bevölkerung den ersten Teil ihrer Entwickelungsbahn durchlaufen und ist bei einer gewissen Gesamtverfassung angelangt. Die Schwerkraft will nun die Bevölkeruug auf derselben Verfassungslinie festhalten; die durch den Kampf ums Dasein ausgeübte Kraft hingegen treibt sie nach vorwärts. Auf diese Weise beginnt die zweite Entwickelungsperiode. An ihrem Anfange, wo es sich um das Verlassen der bisherigen Verfassung und den Übergang zu einer neuen handelt, innerhalb welcher die vom Daseinskampfe getriebene Bevölkerung sich freier dislozieren könnte, übt die soziale Schwerkraft ihren stärksten Einfluß aus; aber sobald infolge des wachsenden, weil gehemmten Wirkens der Fortschrittskraft die Bevölkerung dennoch eine neue Organisationsbahn betreten, vermindert sich der Einfluß der konservativen Kraft (der sozialen Schwerkraft) und die neue Verfassung schreitet ungehinderter auf ihrer Bahn vor. Endlich kömmt auch sie an der Grenze ihrer Bahn an; wiederum nimmt der Einfluß der Schwerkraft zu, infolge deren die soeben herausgebildete Gesamtverfassung vollständig konsolidiert wird, und wiederum trachtet diese Kraft die Bevölkerung in den Grenzen der existierenden Verfassung zu erhalten. Die fortschrittliche Kraft, welche durch das Wirken des Kampfes ums Dasein repräsentiert wird, wirkt unverändert; da jedoch die Bevölkerung gegen das Ende der Entwickelungsperiode hin demselben stärksten Einflusse der konservativen Kraft unterliegt, welche das Entstehen dieser Periode erschwert, so kann die fortschrittliche Kraft nicht ungehindert wirken; es entsteht also eine Stagnation, welche erst dann beseitigt wird, wenn die fortschrittliche Kraft, deren Andrängen mehr und mehr zunahm, je mehr ihr Wirken gehemmt ward, den Sieg davon trägt und die Bevölkerung auf die Bahn einer neuen Gesamtverfassung, in deren Rahmen ihre Entwickelung vor sich gehen soll, hinlenkt.

So ist die Wirkungsart der untersuchten Kräfte beschaffen. Prüfen wir nun das konkrete Resultat dieser Wirkung, welches sich in dem Zustande der Bevölkerung kundgibt. Zu Ende der ersten Periode besitzt die Bevölkerung, wie wir es erwähnt, eine gewisse Gesamtverfassung. Um sich genauer auszudrücken: sie besitzt einen gewissen definierbaren volkswirtschaftlichen Zustand, eine gewisse soziale Organisation, gewisse herrschende ethische Begriffe, welche unter andern auch das intersexuelle Verhältnis regulieren, einen gewissen Grad von allgemeiner Bildung und Aufklärung und ihrer Verteilung unter die einzelnen Schichten, endlich einen gewissen Grad von allgemeiner Gesundheitspflege, welche auf die mittlere Lebensdauer der Individuen einwirkt. Ohne Zweifel würde eine exaktere Analyse des Begriffes der Gesamtverfassung noch weitere Gesichtspunkte aufweisen, aus denen man den gegebenen Zustand einer Bevölkerung schätzen könnte; für unser gegenwärtiges Ziel jedoch wird es ausreichen, wenn wir die aufgezählten fünf Kategorien von Verfassungen berücksichtigen. Einige von ihnen sind ihrer Bedeutung nach durch ausgezeichnete Autoren, welche durch die analytische Kraft ihres Geistes hervorragen, bereits genau geprüft worden. Das List'sche Kapazitätsgesetz war der erste klar formulierte Ausdruck des Verhältnisses einer gewissen Verfassung zu der Anzahl der dieser Verfassung unterliegenden Bevölkerung. Es dürfte dem Leser nicht schwer fallen, sich die Hauptmomente unserer darauf sich beziehenden Darstellung ins Gedächtnis zu rufen. Wenn eine gegebene volkswirtschaftliche Verfassung einer gewissen Anzahl von Einwohnern Unterhaltsmöglichkeit gewährt, so werden durch die Herausbildung einer neuen, vollkommeneren Verfassung die Bevölkerungsgrenzen erweitert. Auf die soziale Organisation gründet sich die Verteilung der Gesamteinkünfte; eine neue, freiere soziale Verfassung gewährt, indem sie die bisherigen Ungleichheiten in der Verteilung der Gesamteinkünfte beseitigt, einer größeren Einwohnerzahl Gelegenheit zur Ernährung und Erhaltung. Ähnlich wirken auch die moralischen Vorschriften, welche das gegenseitige Verhältnis der Geschlechter regulieren, auf die Normierung der Bevölkerungsgrenzen ein. Wenn der allgemein anerkannte Begriff von Moralität nur eine einzige Form des geschlechtlichen Zusammenlebens als legalen Rahmen der Reproduktion zuläßt und wenn diese Form nicht für alle ohne Ausnahme zugänglich ist, so können sich die Bevölkerungsgrenzen durch eine gerechtere und freiere Regulierung des geschlechtlichen Zusammenlebens — sei es dadurch, daß man die sog. legale Form für alle zugänglich macht, sei es indem man diese Form den Naturgesetzen anpaßt — erweitern. Der Grad der Bildung und Aufklärung und die Art, in welcher die einzelnen Volksschichten an ihnen teilnehmen, üben ebenfalls auf die Angelegenheit der Bevölkerungsvermehrung ihren Einfluß aus. Die naturwissenschaftlichen Theorien haben es bewiesen, daß die geistige Arbeit infolge der Zunahme des Gehirnes und der Nervenzentren in längeren Zeitperioden die Reproduktionskraft schwächt; je mehr also das weibliche Geschlecht und die ungebildeten Schichten in den Wirkungsbereich der Bildung gezogen werden, desto gleichmäßiger wird diese Reduktion alle Bevölkerungsteile treffen. Diese Veränderung in der biologischen Organisation

der die Bevölkerung zusammensetzenden Individuen läßt eine ungezwungenere Stillung der Geschlechtstriebe aller Individuen zu, indem sie zugleich die Schwierigkeit der Ernährung der Nachkommenschaft vermindert. Die allgemeine Gesundheitspflege endlich erweitert, indem sie den schädlichen Einfluß der ärztlichen Züchtung neutralisiert und im Vereine mit der Wirkung der allgemeinen Bildung die Integration der Individuen steigert, die Reproduktionsgrenzen für jene Schichten, welche in der Zufriedenstellung ihrer Geschlechtstriebe auf empfindliche Weise gehindert waren.

Die Gelehrten, welche die einzelnen Seiten des Bevölkerungszustandes prüften, gelangten zu ähnlichen Resultaten; aber die engen Grenzen, in denen sich ihre Forschungen bewegten, erlaubten ihnen nicht zu bemerken, daß in allen Erscheinungen, die sich auf das Verhältnis der Bevölkerung zu den Unterhaltsmitteln beziehen, ein und dasselbe Gesetz, welches wir das Gesetz der Grenzen und des Fortschrittes nennen möchten, thätig ist. Die jedesmalige Gesamtverfassung der Bevölkerung (der Leser versteht nun genau, was wir durch diesen Begriff ausdrücken) bietet für eine gewisse Anzahl von Einwohnern Unterhaltsmöglichkeit dar; das, was wir Übervölkerung nennen, ist nur das Andrängen der Bevölkerung gegen die Grenzen der gegebenen Gesamtverfassung, welche, in eine neue übergehend, die Vermehrung der Bevölkerung wieder ungezwungener macht.

Die aufeinanderfolgenden Gesamtverfassungen der Bevölkerung machen ihre vollständige Entwickelung aus. Das System des sozialen Kreislaufes stützt sich daher auf die die Entwickelung der Bevölkerung lenkenden Gesetze.

Diese Gesetze ließen sich in folgender Weise ausdrücken:

1) Die Bevölkerung steht unter dem ununterbrochenen Einflusse der Einwirkung des Kampfes ums Dasein (der fortschrittlichen oder Anpassungskraft), welche, in einem gewissen konstanten Verhältnisse zur Reproduktionskraft der Bevölkerung stehend, die Bevölkerung konstant und unveränderlich auf dem Wege des Fortschrittes vorwärts schiebt.

2) Gleichzeitig wirkt auf die Bevölkerung die konstante und ununterbrochen thätige Kraft der sozialen Schwere (die konservative Kraft), welche danach strebt, sie stets auf derselben Linie der Gesamtverfassung festzuhalten; ihr Einfluß vermindert sich jedoch in einem gewissen konstanten umgekehrten Verhältnisse zu dem Fortschritte in der Entwickelung der gegebenen Verfassung[1].

Das gemeinsame Wirken beider Kräfte ergibt als Resultierende die thatsächliche Entwickelungsbahn der Bevölkerung.

3) Die Entwickelung der Bevölkerung geht auf einer krummen, in sich geschlossenen Linie vor sich, welche sich wahrscheinlich einer Ellipse nähert, in deren einem Brennpunkte die soziale Schwerkraft (die konservative Kraft wirkt);

[1] Eine gewisse Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß dieses Verhältnis ein Potenzverhältnis ist; doch wagen wir diese Behauptung nur in Form einer Vermutung auszusprechen.

der Einfluß dieser Kraft vermindert sich in einem konstanten umgekehrten Verhältnisse zur Entfernung der Bevölkerung, die sich auf der beschriebenen Bahn bewegt, von jenem Brennpunkte[1].

Aus diesen drei Sätzen fließt als Folgerung:

4) Die in der Volkswirtschaftslehre Übervölkerung genannte Erscheinung ist aus dem Standpunkte der sociologischen (socio-dynamischen) Gesetze eine Kundgebung, welche zu Ende einer jeden Entwickelungsperiode der Bevölkerung eintritt, — an jener Stelle ihrer Entwickelungsbahn, wo infolge des mächtigsten Einflusses der im Brennpunkt thätigen konservativen Kraft die Wirksamkeit der fortschrittlichen Kraft am stärksten gehemmt wird.

Um auf die Natur der obigen Behauptungen ein helleres Licht zu werfen, wollen wir auf die Analogie zwischen dem sozialen Kreislaufe und der Bewegung der Himmelskörper hinweisen. Die Planeten befinden sich in einer dreifachen Bewegung: indem sie sich um ihre eigene Achse drehen, bewegen sie sich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne; im Verein mit der Sonne schreiten sie in dem unendlichen Raume vorwärts, indem sie sich um einen Körper von noch höherem Range drehen. In ähnlicher Weise beschreibt die Bevölkerung in der Generation eine krumme, in sich geschlossene Linie, welche sich dem Kreise nähert, indem sie gleichzeitig auf der krummen Entwickelungsbahn ihrer Gesamtverfassung vorwärts schreitet; die Entwickelungsperioden aber, welche durch diese einer Ellipse sich nähernde Bahn ausgedrückt sind, schreiten samt der im Brennpunkt wirkenden Kraft vor, indem sie stets vollkommener werden und die Menschheit immer weiter führen[2]. Das Perihelion der Planeten hingegen entspricht jener Stelle, an der jenes heftigste Zusammentreffen der Kräfte, welches die Übervölkerung verursacht, stattfindet.

Der Satz von der Entwickelung der Bevölkerung ließe sich mechanisch auf folgende Weise ausdrücken:

Die durch den Kampf ums Dasein repräsentierte Kraft ist konstant und wirkt mit unveränderter Energie; wir bezeichnen sie mit dem Buchstaben T (Tangentialkraft). Die soziale Schwerkraft, welche wir durch den Buchstaben g ausdrücken, ist eine konstante und unveränderliche Kraft. Die Entwickelung der Gesellschaft ist das Resultat des Wirkens dieser beiden Kräfte; wenn wir sie durch den Buchstaben E (Evolution) darstellen, so wird der Satz von der Bahn der Entwickelung lauten:

$$\text{II.} \quad E = f(T, g),$$

---

[1] Die oben erwähnte krumme Linie soll nur als Bild dienen, welches das Resultat der besprochenen Kräfte versinnlichen soll. Wir verwahren uns gegen die Ansicht, als ob unsere Behauptung an die Art der angenommenen Entwickelungsbahn gebunden wäre.

Auch das Bild der im Brennpunkte wirkenden konservativen Kraft soll nur zur Beleuchtung der Wirkungsart dieser Kraft im Verhältnisse zur eigentlichen Entwickelung dienen.

[2] Die Analogie ist insofern unvollständig, als die Attraktionskraft der Himmelskörper als eine äußere Kraft wirkt, während die soziale Schwerkraft als eine innere thätig ist.

d. h., die Entwickelung der Bevölkerung ist eine Funktion der Kräfte T (des Kampfes ums Dasein) und g (der sozialen Schwerkraft).

Es sei uns gestattet, nun die praktischen Konsequenzen aus der obigen Behauptung zu ziehen. Die Entwickelung einer jeden Bevölkerung unterliegt einem konstanten und unveränderlichen Gesetze: für den Menschen ist dies nicht demütigend. Es wäre ein falscher und unbegründeter Anspruch, wenn der Mensch, welcher gleichsam ein kleines Bläschen auf dem unermeßlichen Ozean der Materie bildet, von dem Einflusse der allgemeinen Gesetze der Statik und Dynamik, welche das Universum beherrschen, ausgenommen sein wollte. Aber das Bewußtsein, daß es gewisse höchste Gesetze gibt, welche die Entwickelung der Menschheit unabhängig von ihrem Willen normieren, darf die Energie und Wachsamkeit des selbstbewußten menschlichen Geistes nicht einschläfern. Im Gegenteile soll das Bewußtsein der die Entwickelung der Menschheit beherrschenden Kräfte und ihrer Wirkungsart den Menschen zu einer unaufhörlichen vernünftigen Thätigkeit anspornen, welche die Beseitigung aller gewaltsamen Kämpfe, die ohne das vorbeugende menschliche Wirken die Menschheit heimsuchen müßten, zum Ziele haben soll. Die sozialen Ärzte, auf denen die Verantwortlichkeit für die Gesundheit und Ruhe der ihnen anvertrauten Gesellschaften lastet, pflegen zu spät zu kommen und wollen stets durch gewaltsame Mittel den fieberhaften und krankhaften Zustand der Bevölkerung beseitigen. Sie mögen es lernen, um die Erhaltung der sozialen Gesundheit durch Anwendung von vorbeugenden Mitteln besorgt zu sein. Die Medizin hat bereits seit langem die Superiorität dieser Methode über die Heilmethode im engeren Sinne anerkannt. Die Bevölkerungsfrage beschäftigt heute in hohem Grade die gebildete Gesamtheit. Diese Erscheinung ist natürlich; die größere Hälfte der europäischen Gesellschaften befindet sich nämlich an jener Stelle ihrer Entwickelungsbahn, an welcher die Übervölkerung zu Tage tritt. Die fortschrittliche und die konservative Kraft üben ihren stärksten Einfluß auf die Gesellschaft aus, welche sich auf diese Weise der Schwelle einer neuen Entwickelungsperiode nähern. Die Männer, denen das allgemeine Vertrauen oder das des Hauptes der Gesellschaft das Steuerruder der Gesamtinteressen übergeben, sollten, wenn sie thatsächlich um das Wohl und den Frieden ihrer Nationen besorgt sind, den schmerzlichen Übergangsprozeß auf dem Wege von Konzessionen leichter machen. Anstatt so eifrig mit denen zu kämpfen, welche die Existenz der arbeitenden Klassen zu heben und denselben Autonomie zu verleihen, die Verteilung der Gesamteinkünfte gerechter zu regulieren, den weiblichen Teil der Menschheit dem männlichen vollkommen gleichzustellen, die Bildung zu einem allgemeinen und unentgeltlich erteilten Gute zu machen, endlich die allgemeine Gesundheitspflege zu vervollkommnen wünschen, sollten sie sich mit ihnen auf dem Boden parteiloser Erkenntnis der Naturgesetze vereinigen, die Hand der Übereifrigen, für die es nichts bedeutet, durch das Hinwerfen einer brennenden Fackel den allgemeinen Frieden zu zerstören, zurückhalten und durch die Arbeit von oben das ergänzen, was jene durch die Arbeit von unten erreichen wollen.

Die unglücklichen Massen aber, welche die Grundlage des sozialen Baues bilden und die größten Beschwerden des Lebens erdulden, welche man noch überdies durch so viele Jahrzehnte durch das Gespenst einer verzweiflungsvollen und unvermeidlichen Zukunft ängstigte, dürfen es als unumstößliche Wahrheit annehmen, daß die Natur nicht ihre Feindin, sondern ihre Bundesgenossin ist.

Einige der edelsten Geister der Menschheit erduldeten die Leiden der Haft und den Tod für die Wahrheit, daß die Erde sich bewege. Viele gibt es, die sich opfern würden und thatsächlich aufopfern für die Wahrheit, daß die Menschheit sich bewege. Viele gibt es und ihre Zahl wird von Tag zu Tag größer, welche daran glauben, was unmittelbar aus unserem Satze fließt und was die Devise der größten Geister der Menschheit bildete: daß das Glück der Menschheit von ihrem Fortschritte abhänge.

§. 11. Indem wir den Zusammenhang prüfen, welcher zwischen dem ersten und dem zweiten der von uns aufgestellten Hauptsätze stattfindet, werden wir zu einem dritten Satze gelangen, welcher mit den zwei vorangehenden ein Ganzes bildet.

Unschwer dürfte man sich den Augenblick vorstellen können, wo die weitere Entwickelung der Bevölkerung, welche die Erweiterung der Bevölkerungsgrenzen verursacht, unmöglich wird. Die natürlichen Ertragsquellen können ihre Produktivität nicht mehr steigern, die menschliche Organisation hingegen ist ebenfalls an dem höchsten Punkte ihrer Vervollkommnung angelangt; wenn das Verhältnis und die Energie der beiden auf die Entwickelung der Menschheit einfließenden Kräfte stets dieselben wären, dann würde von jenem Augenblicke an eine konstante Übervölkerung eintreten, deren vernichtende Folgen leicht vorstellbar sind. Doch kann ein solcher Augenblick nicht eintreten, ist niemals eingetreten und wird niemals eintreten. Man darf nicht vergessen, daß die Quelle der durch den Kampf ums Dasein ausgeübten Kraft die Reproduktionskraft der Bevölkerung ist. Diese letztere Kraft aber wirkt nicht stets mit derselben unveränderten Energie; unser erster Satz besagt, daß sie eine konstante, sich ungleichförmig aber stetig vermindernde Kraft hat. Die durch den Kampf ums Dasein ausgeübte Kraft steht in einem konstanten Verhältnisse zur Reproduktionskraft und ist als eine Funktion dieser letzteren zu betrachten. Da sich nun die Reproduktionskraft stetig vermindert, so kann die Entwickelungsbahn, welche sich aus dem Wirken der fortschrittlichen und konservativen Kraft ergibt, nicht stets denselben Raum einnehmen, sondern muß sich ebenfalls stetig vermindern. Es kommt endlich der Augenblick, wo die Entwickelungsbahn unendlich klein wird, und dies um die Zeit, wo die Reproduktionskraft es geworden. Die Entwickelung der Bevölkerung ist also zeitlich beschränkt[1].

---

[1] Eine solche Involution der Bevölkerung erinnert an die Konsolidierung der Himmelskörper, welche unser Sonnensystem bilden; nach der vollständigen Konsolidierung nämlich verschwindet jede Spur eines organischen Lebens von der Oberfläche dieser Körper.

Diese kurze Überlegung führt uns zu nachfolgenden Behauptungen:

1) Die durch den Kampf ums Dasein ausgeübte Kraft steht in einem konstanten Verhältnisse zur Reproduktionskraft.

2) Die Entwickelung der Bevölkerung, auf welche die durch den Kampf ums Dasein ausgeübte fortschrittliche Kraft einfließt, hängt daher ebenfalls von der Reproduktionskraft ab.

Diese Behauptungen ergeben nachfolgenden Fundamentalsatz von den Grenzen der Entwickelung der Bevölkerung:

3) Die krumme Linie, auf welcher die Entwickelung der Bevölkerung vor sich geht, wird stetig kleiner.

Wir erinnern an den allgemein bekannten Umstand, daß jede Entwickelungsepoche der Bevölkerung der Zeit nach kürzer ist als die vorangehende. Die Vergleichung mit der Bewegung der Himmelskörper, welche wir im §. 10 ausgeführt, können wir hier insofern erweitern, daß auch die Planeten, wie z. B. unsere Erde, sich auf einer krummen, stetig kleiner werdenden Bahn bewegen. In dieser Hinsicht ist die Analogie vollständig.

Mechanisch ließe sich der letzte Satz folgendermaßen ausdrücken.

Wir wissen, daß

$$E = f(T, g).$$

T nun ist eine Funktion der Reproduktionskraft R, welche Funktion wir durch φ ausdrücken; es ist also

$$T = \varphi(R).$$

Daher ist

$$E = f[\varphi(R), g].$$

Daraus ergibt sich, daß die Entwickelung selbst eine Funktion (F) der Reproduktionskraft und der sozialen Schwerkraft sein wird,

$E = F(R, g)$; auf Grund dessen können wir umgekehrt aussprechen:

III. $R = \psi(E, g)$, (wo ψ die durch R repräsentierte Funktion ausdrückt),

d. i.: In dem Maße, wie die Bevölkerung sich entwickelt, verändert sich die Reproduktionskraft, (und bei Berücksichtigung des Satzes I):

In dem Maße, wie die Bevölkerung sich entwickelt, vermindert sich die Reproduktionskraft.

Sobald dieser Satz gehörig begriffen wird, muß er den letzten Schatten der Besorgnis zerstreuen, daß ein konstanter Gegensatz zwischen den Naturgesetzen stattfinde, ein Gegensatz, welcher der Menschheit die verzweiflungsvolle Alternative, sich gutwillig die größten Qualen aufzuerlegen oder dieselben in anderer Gestalt gegen ihren Willen zu ertragen, aufzwingen würde. Unsere Theorie heißt die Menschen nicht blindlings ihren Trieben nachgehen, aber sie macht den Horizont der Menschheit heller.

Schluss.

§. 12. Die drei Sätze, welche in den Formeln:

$$\text{I.}\quad R = P - \xi(P)$$
$$\text{II.}\quad E = f(T, g)$$
$$\text{III.}\quad R = \psi(E, g)$$

ausgedrückt sind, bilden den Versuch einer mechanischen Theorie der Bevölkerung. In den Untersuchungen, die uns zu diesen Gesetzen führen sollten, hatten wir folgende Fundamentalansichten vor Augen gehabt. Wir sind der Meinung, daß die Sociologie berufen sei, im Verhältnis zu den sozialen Phantasien der sozialistischen Träumer eine ähnliche Stellung einzunehmen, wie sie die Chemie im Verhältnis zur Alchymie, die höhere Mathematik im Verhältnis zur mystischen Zahlenspielerei, die physische Astronomie endlich im Verhältnis zur Astrologie errungen. Philosophische Geister haben die Einheit erkannt, welche in der Mehrzahl von konkreten Erscheinungen zu Tage tritt, eine Einheit, welche darauf beruht, daß sie sich alle auf Grund der allgemeinen Gesetze der Mechanik erklären lassen. Wir sind tief davon überzeugt, daß alle Erscheinungen der organischen Welt denselben höchsten mechanischen Prinzipien untergeordnet sind, auf die einst die Biologie die exakte Erklärung der Erscheinungen, mit denen sie sich beschäftigt, gründen wird. Unserer Ansicht nach ist dies der einzige Weg, auf welchem auch die Sociologie fortschreiten kann und muß, wenn sie eine exakte Wissenschaft werden soll. Comte, Mill und Quetelet nannten die Sociologie soziale Physik[1]. Unser Bestreben war es, die ersten Prinzipien zu formulieren, auf Grund deren sich die Sociologie als Zweig der allgemeinen Mathematik entwickeln könnte. Wir haben uns davor gehütet, Faktoren mit in Rechnung zu bringen, deren Natur und Kraft unbekannt sind; wir sind bei den Generalisationen vorsichtig zu Werke gegangen, um die positiven Resultate nicht durch sanguinische Vermutungen zu trüben. Unsere mühevollen Versuche, auf dem Wege der höheren Rechnung zu dem analytischen Ausdrucke der einzelnen Sätze zu gelangen, hatten ihr Ziel wegen Mangel an klaren und konkreten Daten nicht erreicht; deshalb haben wir dieselben in vorliegender Abhandlung nicht angeführt.

Die Statistik wird in der Zukunft unsere Sätze prüfen. Diese Sätze enthalten die Theorie des sozialen Kreislaufes; sie berücksichtigen jedoch durchaus nicht die zufälligen Einflüsse, welche in dem Leben der Gesellschaften eine so wichtige Rolle spielen. Darum wird die thatsächliche

---

[1] Spencer's „The Study of Sociology 1873" gründet sich auf die Hypothese, daß die sozialen Erscheinungen eine ebenso natürliche Entstehungsart besitzen, wie die Erscheinungen aller anderen Gebiete, und daß denselben unveränderliche Gesetze zu Grunde liegen.

Gumplowicz bespricht in seinem „Rassenkampf" (1883) ebenfalls die Behandlungsart der Sociologie, die er mit Geschichtsphilosophie fast identifiziert: nach dem theistischen und dem rationalistischen Standpunkte kam der sogenannte naturalistische auf die Tagesordnung. Diese dritte, Gumplowicz's Ansicht nach ausschließlich berechtigte Auffassung führt zur Entdeckung der Naturgesetze, nach denen die Menschheit als unfreier Bestandteil der Natur die notwendigen Entwickelungsbahnen durchläuft.

Physiognomie der gesellschaftlichen Zustände größtenteils mit den Postulaten unserer Theorie nicht übereinstimmen. Tausenderlei Einflüsse kreuzen die ursprünglich angelegte normale Entwickelung der Gesellschaften, und die mathematische Statistik wird sich dem Zenithe ihrer Vervollkommnung nähern, wenn sie nach Umfassung aller jener zufälligen Einflüsse die Aberrationstafeln des sozialen Kreislaufes zusammenzustellen vermögen wird. Es wird dies die schwierigste und komplizierteste Aufgabe sein, die sich je für den menschlichen Geist eröffnet.

Indem wir die Resultate unserer Bemühungen dem Urteile von Männern, welche einen philosophischen Geist und exakt wissenschaftliche Begriffe besitzen, unterbreiten, sprechen wir die Hoffnung aus, daß sie nicht übereilig richten werden. Das, was wir in unseren Sätzen ausgedrückt, bildet das genau und gewissenhaft erwogene Resultat spezieller Studien über die Bevölkerung. Wenn dieses Resultat einen vorurteilslosen Kritiker nicht zufriedenstellen kann, so möge er die Schwierigkeiten erwägen, die sich der exakten Behandlung von Begriffen, welche bis nun so elastisch gewesen, daß sie den Namen von wissenschaftlichen Begriffen nicht verdienten, entgegengestellt; er möge erwägen, daß wir in der vorliegenden Arbeit genötigt waren, den ersten reellen Schritt auf dem Gebiete der sozialen Mechanik zu thun.

Unsere weiteren Bemühungen werden danach streben, zu exakteren Resultaten in dieser Wissenschaft, die für die Menschheit die höchste Tragweite besitzt, zu gelangen. Wir hoffen, daß wir dadurch jenen Augenblick beschleunigen werden, in welchem der menschliche Geist die allgemeine Anziehungskraft und die in den chemischen Prozessen thätige Kraft mit jenen Kräften, welche die organischen, intellektuellen und socio-mechanischen Erscheinungen hervorrufen, zur umfassendsten Synthese vereinigen wird, um durch diese das höchste Prinzip zu entdecken und den Prozeß des Bewußtwerdens der Natur zu vollenden.

Damit schließen wir die vorliegende Abhandlung. Bevor wir jedoch vom Leser Abschied nehmen, möchten wir noch folgende Bemerkungen hinzufügen. Der synthetische Teil unserer Abhandlung könnte leicht die Ansicht hervorrufen, daß wir in derselben die endgültigen und unveränderlichen Gesetze des sozialen Kreislaufes zu entdecken beabsichtigten. Der wissenschaftliche Beurteiler wird jedoch bemerken, daß ihr Ziel nur ein entsprechendes Aufstellen der Frage und die Hinweisung auf den Weg, der zur Auflösung der Frage führt, waren. Unumstößliche Wahrheiten auf dem Gebiete unseres Gegenstandes kann man erst dann erreichen, wenn man auf dem reellen Boden der Statistik steht. Alle Naturgesetze wurden in dieser Weise gefunden, daß der menschliche Geist, nachdem er das gegebene Feld der Untersuchung hinlänglich erkannt, auf dem Wege des abstrakten Denkens gewisse Relationen bildete, welche er hierauf auf Grund einer observativen oder experimentellen Prüfung entweder veränderte und rektifizierte oder auch als thatsächliche Gesetze anerkennen mußte. Die vorliegende Arbeit enthält eben jenen mittleren Teil der Untersuchung, der letzte und wichtigste Teil

derselben aber liegt noch vor uns. Wir fühlen alle Mängel unserer Arbeit, hoffen jedoch, daß uns nach der vorangehenden Erklärung der Vorwurf erspart werden wird, daß wir, ohne auf dem Boden der Beobachtung zu stehen, auf unumstößliche Resultate Anspruch erheben. Wenn unsere ferneren Bemühungen nicht fruchtlos sein werden, so werden wir die in vorliegender Abhandlung entworfenen Gedanken in einer umfangreicheren Arbeit entwickeln und begründen [1].

Wissenschaftliche Rundschau.

Psychologie.

Handschriftenbeurteilung und Wissenschaftlichkeit.

Jene Lehre, welche zwischen der individuellen Form natürlich fließender Schriftzüge und dem Charakter des Schreibers eine strenge Übereinstimmung behauptet, hat in neuester Zeit das Interesse des großen Publikums in hohem Maße zu erregen vermocht. Die von nur wenigen geahnten Resultate, welche die Graphologie oder Lehre von der Handschriftendeutung [2] schon heute zu geben vermag, haben ihr jene ernste Zuhörerschaft gewonnen, deren sie zu ihren ferneren Fortschritten und zu ihrer ernste Ziele im Auge habenden Entwickelung bedarf. Nun steht es nicht mehr zu befürchten, daß sie zum Erwerbsmittel geistiger Taschenspieler herabsinke.

Die Graphologie strebt aus der äußeren Form der natürlich fließenden Schrift die geistige und sittliche Persönlichkeit des Schreibers nach festen Regeln zu erfassen und die neueren psychophysiologischen Errungenschaften scheinen ihre Grundlehren ausdrücklich zu bestätigen. Die neueren Untersuchungen über die Bewegungsvorstellungen und unsere Vorstellungen

---

[1] In derselben wird es uns auch möglich sein, die Leistungen Comte's, Spencer's, Schäffle's und anderer auf dem Gebiete der Sociologie eingehend und kritisch zu berücksichtigen, was uns der Plan der vorliegenden Arbeit nicht gestattete.

[2] Den Zusammenhang zwischen den Schriftzügen und dem Charakter aus der äußeren Form der geschriebenen Worte zu erforschen, bildet die erste Hälfte der Aufgabe der Graphologie. Wenn es sich zeigt, daß sich dieser Zusammenhang der individuellen Schreibweise mit den Anlagen, Neigungen und Fähigkeiten des Schreibers in feste Formeln fassen läßt und daß vermöge der Eigenart des individuellen Momentes in der Handschrift aus letzterer auf die Art der geistigen Persönlichkeit bei unbeeinflußten, kurrenten Schriftzügen mit größter Leichtigkeit und auf verräterisch sichere Weise Rückschlüsse gemacht werden können, so ist es der zweite Teil ihrer Aufgabe, diese graphologischen Gesetze festzustellen und dadurch die Möglichkeit jener sichern Rückschlüsse, trotz der „aber", welche ihr entgegentönen mögen, in ausgedehntem Maße herbeizuführen.

überhaupt, über die Individualität[1] und über die motorischen Erscheinungen im allgemeinen widersprechen auch nicht im entferntesten der Möglichkeit einer ernsten Handschriftenbeurteilungskunde. Und doch ist es eine Frage zweiten Ranges für die Graphologie, ob die heutige Wissenschaft sie anerkennen könne und ihr Berechtigung zuerkenne. Die für sie wichtigere Frage ist, ob sie der Realität entsprechende Resultate liefert. Thatsachen muß die Wissenschaft anerkennen und sie anerkennt sie auch, denn an ihnen rankt sie sich empor; deshalb hat die erstere Frage eine nebensächliche Wichtigkeit.

Man mag über den Ursprung der Wissenschaft welcher Meinung immer sein, — und hier kann es eine große Divergenz der Meinungen geben, — so wird man Eines doch zugeben müssen, nämlich daß das Kriterium des Wissens die Wahrheit ist, das heißt, daß man nur dort von einer Wissenschaft sprechen kann, wo die theoretischen Kenntnisse mit den Thatsachen in Übereinstimmung erscheinen. Wo die Unrichtigkeit eines Satzes klar ist, wird man ihn nicht in ein Gebäude des Wissens einfügen wollen. Eine Wissenschaft (von dem deskriptiven Wissen abgesehen) wird demnach nur dort bestehen, wo es auch in der Außenwelt regelmäßige, kausale Beziehungen gibt oder durch (praktische Verwertung der Sätze der theoretischen reinen Mechanik, Geometrie oder Mathematik) von unserem Willen abhängig geben kann, welche den Gegenstand der betreffenden Wissenschaft bilden — wo also, bei den experimentellen Wissenschaften bleibend, in den beobachteten Erscheinungen eine gewisse notwendige Ordnung und Regelmäßigkeit herrscht.

Unsere Ideen verhalten sich zur Wirklichkeit wie Photographien zur Natur. Je besser der Gegenstand beleuchtet und je aufnahmsfähiger die Platte präpariert ist, desto besser wird das Abbild. Unsere Ideen sind jedoch kein lebloses Etwas, sondern sozusagen bewußte Bilder. Je weiter das Gesichtsfeld ist und je klarer die Umrisse hervortreten, desto umfassender und treuer wird das Abbild. Die Wissenschaft ist aber auch nichts Stabiles, sondern aus neuen Erfahrungen wächst sie sich entwickelnd weiter.

Der wissenschaftliche Fortschritt besteht in einer vollkommeneren Erkenntnis der Dinge — das ist, in einer vollkommeneren Anpassung unserer Vorstellungen oder Ideen an deren reales Wesen, und es ist ein durchaus richtiger Gedanke, der sich durch die Philosophie HERBART's zieht, daß der Mensch in der theoretischen Erkenntnis wie in ihrer praktischen Verwertung vom Unvollkommenen zum Vollkommenen fortschreitet. Die anfängliche Erkenntnis ist dem Wesen der Dinge widersprechend und sie muß es sein! Die Wissenschaft kann nur Schritt für Schritt, auf die Erfahrung gestützt, fortschreiten und auch in bezug auf die theoretische Forschung sagen die Franzosen mit recht: les faits sont nos maîtres. Alle Kenntnis beruht auf Erfahrung, alles Wissen entwächst der

[1] Siehe Kosmos XVI. II. S. 223.

Empirie; und auch in den besten Köpfen fallen die Gedanken nicht vom Himmel[1].

Die Graphologie schafft aber in der Empirie so verblüffende Resultate, daß wir mit dem Versuche, dieselben zu erklären, den lächerlichen Schein durchaus vermeiden, welcher, wie Fontenelle sagt, darin liegt, eine Begründung für etwas gefunden zu haben, das gar nicht vorhanden ist. Der Einwand des Täuschens und der Selbsttäuschung, welchen die Leute erheben, deren Aufmerksamkeit durch die Schrifteigentümlichkeiten noch nicht angezogen wurde und welche die Sache nicht näher untersucht haben, entfällt bei eigener Forschung. Der empirisch verfolgbare Zusammenhang gewisser Individualitäten und gewisser fester Schriftformen einerseits und das die Einrede des Zufalls ausschließende stete Zutreffen der einzelnen graphologischen Regeln (über die Bedeutung jener einzelnen Handschriftformen) anderseits beweist die Richtigkeit der Hypothese, daß in der Schrift eine ursprüngliche, spontane Mitteilung des innern geistigen und seelischen Wesens liegt.

Auch das nicht ausnahmslose Zutreffen irgend einer Regel beweist nicht gegen uns, — denn eine anscheinend richtige Regel kann sich ja in der Folge als teilweise ungenau — zu weit oder zu eng, oder als falsch erweisen. Sie wird ja von Menschen aufgestellt und auch im konkreten Falle von Menschen angewandt und so dem Irrtum des einzelnen ausgesetzt.

Im allgemeinen spricht schon für die kausale Verknüpftheit gewisser Charakterseiten und gewisser Schrifteigentümlichkeiten das organische Zusammenhängen und sich-auseinander-Entwickeln, das bei vielen graphologisch entscheidenden Zeichen bereits klar ist, sowie für die Richtigkeit der Rückschlüsse die streng logische, induktive Art und Weise, auf welche die Graphologie ihre Regeln findet, erkennt und formuliert (worauf wir hier nicht eingehen können), während auf die tiefere Begründung letzterer und die Möglichkeit des Rückschlusses der Umstand hinweist, daß die entscheidenden »Zeichen«, aus denen geurteilt werden kann, in der Handschrift mit welchem Alphabete, mit welchen Schriftzeichen immer — also in russischen wie abessinischen, in altgriechischen wie in modernen, französisch oder deutsch stenographierten Schriften — stets wiederkehren. Diese unbewußten und charakteristischen Zeichen finden sich endlich auch in den mit dem Fuße geschriebenen Worten und sollen, wie berichtet wird, stets mit jenen in der natürlichen Handschrift derselben Person gleich sein. Sie bestehen in der Form (Spitzigkeit, Rundung), Lage oder

[1] Die offizielle Wissenschaft vergißt manchmal, wenn sie Theorien entstehen läßt, ohne die Thatsachen zu befragen, daß sie selbst ganz der Empirie entwachsen ist und die bisher erreichte Höhe dieser verdankt. — Vgl. Helmholtz' „Vorträge und Reden“, Braunschweig, 1884, II. Band: Das Denken in der Medizin und Bd. I. S. 127 fg., sowie die kurze aber klassische Rektoratsrede Mach's: „Über Umbildung und Anpassung im naturwissenschaftlichen Denken“, Wien, 1884. — Selbst jene Erscheinungen, welche in dem Sinne a priori sind, daß sie eine Folge unserer physiologischen Natur sind, erkennen wir, wo nicht durch Übung, so doch insofern durch Erfahrung, als sie sich nicht ohne äußere Veranlassung einstellen und als wir ihrer nur dann bewußt werden, wenn sie sich eingestellt haben.

Richtung u. s. w. der Buchstaben, der Worte und der Zeilen. Thatsache ist, daß sich aus der mit Hilfe des Kopfes entworfenen Schrift des reisenden, hände- ja fast armlosen und füßelosen Russen Nikolai Kobelkoff, welcher sich auf Jahrmärkten zeigt, ohne weiteres sein Charakter zeichnen läßt.

Eine erste graphologische Betrachtung lehrt, daß sich die Schrift aus folgenden Elementen zusammensetzen kann:

1) aus kalligraphischen oder kalligraphisch sein sollenden, welche aus der Lernzeit des Schreibers herstammen,

2) aus beabsichtigten Eigentümlichkeiten, welche in der bewußten Absicht geformt sind, einen bestimmten Eindruck hervorzurufen, z. B. den eines ordnungsliebenden, eines wichtigen, eines kunstverständigen Menschen zu machen u. s. f. (teleologische Momente),

3) aus durch äußere Zufälligkeiten oder Umstände bestimmten Elementen,

4) aus solchen, welche durch pathologische Momente veranlaßt sind, und — was die Hauptsache ist —

5) aus solchen Elementen, welche in kausaler, psychophysiologischer Verbindung mit dem individuellen Seelenleben stehen.

Jedes dieser Elemente und seine Rolle bei graphologischen Rückschlüssen zu besprechen, ist hier nicht unser Zweck. Hier soll ja nur das Vorhandensein der an letzter Stelle genannten Elemente der Schriftzüge betont sein. Auf die Bedeutung der letzteren beziehen sich die graphologischen Regeln. Ist man auch, trotz der sich stets vermehrenden, großen Zahl derselben noch nicht auf alle graphologisch bedeutsamen Zeichen und Kombinationen von Zeichen aufmerksam geworden, hat man auch noch nicht die Bedeutung aller bereits der Beobachtung unterzogenen Zeichen gefunden oder sichergestellt, und können auch in der theoretischen Bestimmung letzterer — bei der Elastizität und den fortgesetzten Schwankungen der sogenannten »Charaktereigenschaften«, sowie bei der Schwierigkeit der Beobachtung — Irrtümer unterlaufen, so zeigen doch die einfachsten eigenen Untersuchungen, daß die graphologischen Thatsachen weder auf Täuschung noch auf Zufall beruhen. Das stete Zusammentreffen gewisser Charaktereigenschaften und Anlagen mit gewissen Schrifteigentümlichkeiten erbringt den vollen Beweis der Existenz der oben unter 5. aufgezählten Gruppe. Und mehr als diesen Beweis kann die Wissenschaft, wie wir sogleich zeigen werden, nicht verlangen.

(Wenn man von Laien den ganz unrichtigen Einwand hört, der Grapholog täusche sich selbst durch die Weite der Begriffe, mit welchen er operiert, so kann diese Einwendung einfach dadurch widerlegt werden, daß man in einer gegebenen Skizze nach der Handschrift anstatt einer jeden behaupteten Eigenschaft deren Gegenteil setzt. Wenn das so entstandene Charakterbild auf dieselbe Person ebenso passen wird wie das frühere, so möge man die Graphologie mit Berechtigung verlachen.

Der Ausgangspunkt letzterer ist die nicht durch Spekulation gesuchte, sondern durch die Erfahrung nahegelegte, empirisch beobachtbare Thatsache, daß die individuelle Form der Schrift eine spontane Offenbarung der Individualität bildet.)

Eine wissenschaftliche Thatsache ist (bei den deskriptiven Wissenschaften): ein Ereignis, eine Sachlage, oder (bei den Natur- oder Experimentalwissenschaften): eine faktische Regelmäßigkeit. Sie ist wohl zu unterscheiden von einer flüchtigen, hypothetischen Annahme einer Thatsache, welche keine andere Begründung hat, als daß sie sich in ein gebildetes oder hergebrachtes System wohl hineinfügt. Die fundamentale Aufgabe des wissenschaftlich, d. h. objektiv und verläßlich vorgehenden Forschers ist, die in sein Gebiet fallenden Erscheinungen vor allem streng zu beobachten und ihre Schwankungen zu verfolgen. Es wird ja von der Richtigkeit seiner Erfahrungen im allgemeinen und von der Richtigkeit seiner einzelnen empirischen Beobachtung die Richtigkeit jener Ideen abhängen, welche die Thatsachen alsbald geistig in Zusammenhang bringen und (Hypothesen bildend) erklären werden. Nicht umsonst mahnt daher Erb den Forscher: »Sei scharf im Beobachten, klar in den Schlüssen und wahr in der Darstellung, sonst wird dich die Geschichte deiner Wissenschaft nicht kennen«, — denn ohne genaue Kenntnis der Dinge und der Sachlage nützt aller Geist und gesunder Menschenverstand ebensowenig als alle Philosophie[1] und die Regeln der Schullogik. Aber auch mit Recht sagt Huxley, daß jene, die nie versucht haben, exakt zu beobachten, über die Schwierigkeiten pünktlicher Beobachtung erstaunen werden, und daß nicht einer unter hundert im stande sei, das gewöhnlichste Ereignis nüchtern und auch nur scheinbar exakt zu beschreiben, ohne wesentliches zu vergessen oder Dinge einzuflechten, welche ihnen wohl ihre spekulative Phantasie, aber nicht die bloße Beobachtung der äußeren Erscheinungen eingegeben hat. Und doch sind die Thatsachen das für die Wissenschaft Relevante und nicht die sie beherrschenden Hypothesen und Ideen, welche der weitere Fortschritt der Wissenschaft umwirft. Unsere Kausalitätsvorstellung, welche jeder Wirkung eine Ursache unterschiebt, treibt oft nach mangelhafter Erfahrung zur Hypothesenbildung. Sie drängt zur Erklärung der Erscheinungen, welche wir vorerst konstatiert haben und empirisch kennen, ohne ihre Ursachen zu erfassen. Die Erklärung aber geschieht nach Analogie des uns bereits bekannten — oder wie der Physiker Mach dies ausdrückt: »es wächst dem Wirbeltier, welches fliegen oder schwimmen lernen will, kein neues drittes Extremitätenpaar für diesen Zweck; es wird im Gegenteil eines der vorhandenen hierzu umgestaltet«[2]. Je vorurteilsloser, umfassender und genauer nun die Wissenschaft in der Empirie beobachtet hat, desto sicherer wird die Erklärung sein, welche sie bringen wird. Die Wissenschaft schmiegt sich in ihrer Weiterbildung stets der Erfahrung an, in der die Realität unmittelbar an sie herantritt. »Die Theorien sind aber wie dürre Blätter, welche abfallen, wenn sie den Organismus der Wissenschaft eine Zeit lang in Atem gehalten haben[3].« —

[1] Auch das klassische Beispiel von der Schildkröte und dem schnelllaufenden Achilleus beweist dies unter anderen treffend.

[2] A. a. O. S. 12.

[3] E. Mach, „Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit“. Prag, 1872, S. 46.

Die wissenschaftliche Begründung, die anerkannte Erklärung einer Thatsache sollte stets auch darthun, weshalb eine andere Erklärung dieser Thatsache unzulässig sei. Die erklärenden Ideen über die Beobachtungen sind jedoch — wie dies auch die Philosophie anerkennt — in jeder Wissenschaft bloß bis zu einem gewissen Grade möglich: Jede Wissenschaft konstatiert und erklärt eine Summe von Erscheinungen; manche unmittelbar sichere, ständige und stets gleiche Erscheinungen aber, durch deren Vorhandensein sie die ganze Menge der übrigen Erscheinungen erklärt oder zu erklären versucht, bleiben selber unerklärlich — sagt die praktische Philosophie des Wissens und anerkennt somit den Satz von der Bedeutung der Erfahrung, den wir hier betonen und erläutern. »Jede Wissenschaft kann einer Anzahl unmittelbar sicherer Sätze nicht entbehren«, — fährt sie fort — »auf welchen sich ihr Gebäude erhebt. Jede Ansicht muß bewiesen werden, bis auf jene Grundwahrheiten, auf welchen das Lehrgebäude der Wissenschaft beruht — bis auf einige für die betreffende Wissenschaft fundamentale Thatsachen, welche man nicht auf andere zurückführen kann, von denen man nicht mittelbar, durch andere Sätze beweisen kann, daß sie da oder so sein müssen, wie sie sind, von denen man es jedoch klar darthun muß, daß sie sind und so und nicht anders sind.«

Erklären wir uns! — Verstehen ist ein Analysieren der einzelnen Momente der Dinge — ein Erfassen ihrer Teile, sowie der Bewegungen und Verhältnisse dieser[1]. Eine Erklärung lehrt uns etwas verstehen. Wenn man jedoch eine Erscheinung erklärt, so führt man neue oder komplizierte Unverständlichkeiten auf einfache, alltägliche, ständig vorkommende und stets unveränderte Thatsachen zurück, welche uns aus der und durch die Erfahrung geläufig und bekannt sind, auf unmittelbar sichere Thatsachen also. Man erklärt jene durch diese, ohne daß die auf Empirie beruhende Wissenschaft fragen würde, ob diese letzten Elemente der Erklärung, welche die Kunstsprache Axiome nennt, ebenfalls erklärlich, verständlich sind.

Durch diese unmittelbar sicheren und nicht weiter erklärbaren Thatsachen bauen wir die Erklärung der anderen allgemeinen Wahrheiten auf[2]. In diesem Sinne ist es wahr, daß, wie SCHOPENHAUER sagt, der Grund und Boden, auf welchem unsere Erkenntnisse und Wissenschaften ruhen, das Unerklärliche sei. Auf dieses führe daher jede Erklärung,

---

[1] Man versteht eine Sache, wenn man mit ihr oder ihren Teilen, — einen Vorgang, wenn man mit dessen einzelnen Momenten, — eine Sprache, wenn man mit ihren einzelnen Worten die richtigen, d. i. adäquaten oder entsprechenden Vorstellungen verknüpft.

[2] Von den Axiomen geht auch die deduzierende Darstellung der Wissenschaften aus. Diese erklärt ja in letzter Linie alle Erscheinungen durch Axiome. Ein jedes wissenschaftliche Lehrgebäude erhebt sich von solchen Axiomen, welche uns unmittelbar sicher scheinen und nicht aus andern allgemeinern Wahrheiten erklärlich sind, jedoch die andern Wahrheiten begreiflich, den Zusammenhang der Erscheinungen faßlich machen. Diese Axiome, auf welchen wir fußen, welche wir uns gar nicht anders vorstellen können, erklären wir nicht; es genügt, sie hinzustellen, und sie leuchten, weil wir sie uns nicht anders vorstellen können, evident ein, wie: „zwei Körper können sich nicht zur gleichen Zeit am nämlichen Orte befinden", oder: „Das Ganze ist größer als einer seiner Teile" u. s. f.

mittels mehr oder weniger Mittelglieder, zurück; »wie auf dem Meere das Senkblei den Grund bald in größerer bald in geringerer Tiefe, ihn jedoch zuletzt überall erreichen muß«[1].

Der Fachforscher muß diese noch faßbaren Grenzen, an welchen die Wissenschaft und das Unerklärliche sich berühren, anerkennen; über sie grübeln möge der Philosoph. Der Fachforscher prüft die Axiome auf ihre Wahrheit. Hat er gefunden, daß sie wirkliche Axiome sind, d. h. evident einleuchtende Thatsachen behaupten, so baut er mit ihrer Hilfe. Ihr warum und woher geht ihn als Fachgelehrten nichts an. Dies hat schon ARISTOTELES klar gesehen und in seiner Metaphysik ausgedrückt[2].

Wir wollen nicht weiter in diese Materie eingehen; wir haben nur zeigen wollen, wie die praktische Philosophie des Wissens selber auf das Empirische der Wissenschaft hinweist.

Wenn demnach — im Hinblick auf unseren besonderen Gegenstand — die Thatsachen beweisen, daß die Schrift mit der Individualität im Zusammenhang steht, so muß diese Thatsache der Wissenschaft vollständig genügen und sie muß sie anerkennen und mit ihr rechnen, ohne Rücksicht, ob sie in das System ihrer bisherigen Ansichten paßt. Vollends, wenn die auf Grund empirischer Gesetze gemachten Rückschlüsse zutreffen, so rechtfertigt das vollständig weitere theoretische und praktische Untersuchungen und Versuche auf diesem Gebiete.

Unser Wissen rankt sich an den Thatsachen empor. Angeboren ist uns nur die Fähigkeit zur Erkenntnis[3] und der wahre Forscher der Natur wird sich deshalb stets nur nach den Thatsachen richten. Nach den Thatsachen, welche er möglichst genau zu erkennen streben wird. Er wird sich vor ihnen willig beugen, aber er wird sie zuerst streng prüfen.

Es muß also sichergestellt werden, ob die Selbstphotographie des innern Menschen in der Handschrift als in einem bleibenden Abbilde individuell geformter Bewegungen eine wissenschaftliche Thatsache, das ist eine sich wirklich und gesetzmäßig wiederholende Erscheinung ist. Unserer Überzeugung nach wird man den Satz, wenn man die Sache eingehend studiert, nicht leugnen können. Ohne sie untersucht zu haben, hat man aber nicht die Befugnis, darüber a priori bejahend oder verneinend ein Urteil zu fällen. Es scheint uns evident zu sein, daß graphische Eigentümlichkeiten der Handschrift mit dem Charakter des Schreibers Hand in Hand gehen.

Die oben als fünfte Gruppe behaupteten Schriftelemente sind in

[1] Parerga, I. (Über Philosophie und ihre Methode.)

[2] Editio Schwegler, liber IV. caput 3, §. 7. Hier übrigens die Stelle: *ὅσα δ'ἐγχειροῦσι τῶν λεγόντων τινὲς περὶ τῆς ἀληθείας, ὅν τρόπον δεῖ ἀποδέχεσθει, δι' ἀπαιδευσίαν τῶν ἀναλυτικῶν τουτο δρῶσιν· δεῖ γὰρ περὶ τούτων ἥκειν προεπισταμένες, ἀλλὰ μὴ ἀκούοντας ζητεῖν.*

[3] Nur die Triebe und die Fähigkeit zur Erkenntnis sind uns angeboren und diese ist durch die Eindrucksfähigkeit und die früheren Eindrücke — also durch die Erfahrung — bedingt und beeinflußt. (Der Mensch ist eben ganz subjektiv, ein allgemein gültiger Satz, in dem sich der Widerspruch von Altruismus und Egoismus von selber löst.)

Wirklichkeit vorhanden. Dies ist die fundamentale Thatsache, auf die wir uns stützen können. Die Frage, ob aus diesen Schrifteigentümlichkeiten Rückschlüsse gemacht werden können, hat vorerst mit dieser Thatsache nichts zu thun. Die genauere Beobachtung wird jedoch zeigen, daß jene dem Schreiber eigenen Sonderheiten nicht zufällig sein können. Beim Vorherrschen gewisser Neigungen, Anlagen u. s. f. kehren sie ständig wieder, in desto ausgeprägterer Form, je ausgesprochener jene sind. Verändert sich der Charakter, so machen sie die Wandlungen stets Hand in Hand mit letzterem durch, verkümmern alsbald oder bilden sich mehr aus oder kombinieren sich. Wenn man den Zusammenhang einer einzelnen Schrifteigentümlichkeit mit der Individualität als feste Regel erkannt hat, wird auch schon der Versuch des Rückschlusses aus einer natürlichen Schrift auf den unbekannten Schreiber gestattet sein. Ob man bereits dessen ganzen Charakter wird erfassen können, ist eine Frage des vorliegenden Schriftmaterials sowie der jeweiligen Entwickeltheit unserer Lehre und der Sicherheit ihrer Regeln, das ist: der Erfahrung und sorgfältigen Gewissenhaftigkeit ihrer Ausbildner. Man darf nicht außer acht lassen, daß ja nicht alle Gesetze und Regeln (über die Bedeutung der einzelnen graphologischen Zeichen) sofort gekannt sein können, daß man forschend vom Bekannten zum Unbekannten kommt und, letzteres allmählich erkennend, seinen Gesichtskreis erweitert. Auf andern Gebieten geht es ebenso. Wir können darüber die Worte von Paul Janet berufen: »C'est le cas de rappeler un des principes de Claude Bernard: ‚Les expériences négatives ne prouvent rien'; ou en d'autres termes, les faits négatifs ne détruisent pas les faits positifs. Lorsqu'il se produit ainsi des expériences que l'on appelle contradictoires, cela prouve simplement que l'on ne sait pas quelles sont les conditions [spéciales] qui déterminent le fait, mais non que le fait [général] n'est pas vrai[1].«

Eine allgemeine Eigenschaft kann sich nach ihren Arten in der Schrift auf verschiedene Weise ausdrücken. Solange man zur Interpretation dieser Eigenschaft bloß eine Regel kennt, kann z. B. gegebenen Falles manches unerkannt bleiben, infolge dessen das entworfene Bild des Schreibers in seinem Gesamteindrucke um eine Nüance unrichtig, zu weich oder zu hart ausfallen wird. Auch dies beweist jedoch nichts gegen die allgemeine Richtigkeit der Graphologie. Denn um noch einen eminent praktischen Gelehrten, den wohlbekannten Pathologen Stricker zu citieren: »Ein Lehrsatz wird nicht dadurch erschüttert, daß jemand von einer Beobachtung berichtet, die er mit Hilfe dieses Lehrsatzes nicht zu deuten vermag. Erschüttert wird ein Lehrsatz durch eine neue Behauptung erst dann, wenn sich zeigen läßt, daß sie ihm geradezu widerspricht«[1].

Wien. Eug. Schwiedland.

[1] Paul Janet (de l'Institut): De la suggestion dans l'état d'hypnotisme. — Les mouvements. „Revue politique et littéraire," 2 août. 1884. — Stricker, „Studien über die Bewegungsvorstellungen", Wien, 1880, S. 33. — Vgl.: Netter, De l'intuition dans les découvertes et inventions, Straßburg, 1879. S. 53, das schöne Kapitel I. von Du Prel's Philosophie der Mystik (Leipzig, 1885), sowie mein Referat in der „Revue Philosophique" vom Februar 1885.

Zoologie.

Experimentelle Untersuchungen über die Ursache einiger einfacher Missbildungen.

Künstliche Erzeugung von Mißbildungen behufs methodischer Untersuchungen der Monstrositäten sind, wenn wir sie mit der Menge embryologischer Untersuchungen im allgemeinen vergleichen, nur in spärlicher Zahl angestellt worden. Der Grund dieser Erscheinung dürfte dem Umstand zuzuschreiben sein, daß der Nutzen, welchen die Wissenschaft aus solchen Untersuchungen davontragen sollte, die Förderung, welche die normale Embryologie zu erwarten hatte, nicht ohne weiteres klarliegt.

Das Verständnis der überaus verwickelten embryologischen Phänomene setzt, wie das Verständnis jedes verwickelten Vorgangs, ein möglichst scharfes Auseinanderhalten der zahlreichen Ursachen und ihrer jeweiligen Wirkungen voraus, die uns im Komplex der entwickelungsgeschichtlichen Prozesse in inniger Mischung erscheinen. Am ehesten glaubte man durch Vergleichung der Entwickelung verschiedener Spezies zur Kenntnis der einfachen Prozesse zu gelangen. Durch experimentelle Eingriffe in den natürlichen Entwickelungsgang, durch Zerstörung der oder jener Anlage und genaue Registrierung des Erfolges des Eingriffs läßt sich aber das gleiche Ziel auch erreichen und sind zudem eine Reihe von Fragen zu beantworten, deren Lösung durch die vergleichende Embryologie nicht abzusehen ist. Doch nicht jeder Erzeugung einer Monstrosität möchten wir diese eminente wissenschaftliche Bedeutung zuschreiben. Der Experimentator hat, wenn seinen Untersuchungen der angedeutete Wert zukommen soll, sich nicht einfach darauf zu beschränken, Mißbildungen zu *erzeugen*. Die zur Anwendung kommende Methode muß derart sein, daß er sich über die Art seines Eingriffs genaue Rechenschaft zu geben weiß, so daß er nicht an Stelle einer wahrscheinlichen oder wirklichen Ursache der auftretenden Mißbildung eine lange Reihe eventueller zur Verfügung hat. Die Methode wird dann als eine gelungene zu bezeichnen sein; wenn sie dem Geübten die Prognose seines Versuchs erlaubt, wenn sie gestattet, durch gleichartige Eingriffe genau die gleichen Mißbildungen hervorzurufen.

Bei abnormen künstlichen Bebrütungen des Eies treten bekanntlich oft Monstrositäten auf. Aber selbst einem Dareste gelang es nicht, bei scheinbar gleicher Unregelmäßigkeit der künstlichen Bebrütung des Eies stets den gleichen Effekt zu erzielen, Beweis genug, daß jenen ausgedehnten teratologischen Untersuchungen des französischen Gelehrten zur Entzifferung embryologischer Vorgänge keine sehr große Bedeutung zukommen konnte. Der Eingriff in die normale Entwickelung ist zu unbestimmt, als daß er in einer präzisen Wirkung zum Ausdruck käme.

Verschiedene Autoren dachten daran, ihre Eingriffe auf den Embryo direkt wirken zu lassen. Doch es blieb teils beim Aussprechen des Gedankens, teils waren die wirklichen Ausführungen fast nur von Mißerfolg begleitet. Eine gelungene Versuchsreihe dieser Art stammt aus dem embryologischen Institut von Genf, wo Warynski unter Leitung Fol's

sich mit den Ursachen einiger einfacher Mißbildungen beschäftigte[1]. Wir geben im nachfolgenden die wichtigsten Resultate dieser Untersuchungen wieder.

Daß direkte Eingriffe auf den Embryo auch eines Vogels großen Schwierigkeiten begegnen müssen, mag daraus schon hervorgehen, daß in einem Ei mit gesprungener Schale der Embryo nur in den seltensten Fällen sich entwickelt. Die Experimentatoren schnitten an ihren Versuchseiern (Hühnereiern) quadratische Fensterchen von 2—3 cm Durchmesser heraus. Sie hatten dann den Embryo von einer Albuminschicht und einer Dotterhaut umgeben gerade vor sich. Selbstverständlich lassen sich, zumal wenn der Embryo sehr jung ist, dessen einzelne Teile oft nur schwierig unterscheiden, ein Umstand, der für den und jenen Versuch nachteilig sein kann, da es sich wie gesagt nicht einfach um Erzeugung einer Mißbildung, sondern um Verletzung ganz bestimmter Teile des jungen Bildungsgewebes handelte. Die zu lädierenden Teile wurden mittels eines Thermokauters gebrannt. Ein möglichst vollständiger Verschluß des Fensterchens war die absolute Bedingung der Weiterentwickelung des Embryo. Um das Auftreten von Mißbildungen als Folge der künstlichen Bebrütung zu verhindern, wurden die Eier alle Tage herausgenommen und gewendet.

Eine erste Versuchsreihe will die auf Verletzung des Vorderhirns eintretenden Abnormitäten feststellen. Ein Teil der Kopfepidermis und ein Teil jenes Gewebes, welches die Hirnhemisphären und das Zwischenhirn bildet, wurde zerstört. Die Wunde heilte bald und so gut, daß man auch auf Schnitten ihre Lage nur schwierig feststellen konnte. Abgesehen von einigen Punkten verlief im übrigen die Entwickelung normal. Schon am zweiten Tag nach Bebrütung sind die Anomalien zu erkennen.

Vor allem fällt die eigentümliche Krümmung von Kopf und Rücken auf. Im normalen Zustand zeigt ein gleichalteriger Embryo den Kopf in rechtwinkeliger Biegung. Die Konturen des Vorderhirns und Hinterhirns bilden die Schenkel des Winkels. In seinem Scheitelpunkt liegt das umfangreiche Mittelhirn. Von dieser auffallenden Gestalt ist beim Versuchstiere nichts wahrzunehmen. Der Kopf ist gerade. Nicht das völlige Fehlen eines Hirnteiles ist die Ursache dieser Mißbildung, sondern die mangelhafte Entwickelung verschiedener Teile. Prosencephalum und Mesencephalum sind sehr klein und selbst das Hinterhirn nimmt an dieser Hirnatrophie teil, wenn auch in viel geringerem Grade als die nach vorn liegenden Teile. Die Atrophie erstreckte sich aber in einem Fall auch auf die Augen. Zwar ist das rechte fast normal, wenn es auch in seiner Entwickelung etwas verzögert erscheint. Beim linken läßt sich zwar auf Schnitten anch die Becherform des embryonalen Auges erkennen. Die Linse fehlt jedoch. Dafür findet man in der Epidermis eine Verdickung, aus welcher sich unter normalen Verhältnissen der innere Teil der Linse bildet. Die Invagination, durch welche dieses

[1] Recherches expérimentales sur la cause de quelques monstruosités simples, par St. Warynski et H. Fol; in Recueil zoologique suisse. Tome I. 1. Recherches expérimentales sur le mode de formation des omphalocéphales, par St. Warynski; ibid. Tome I. 2.

Gewebe in die Tiefe des ursprünglichen Hohlraumes der Linse kommen sollte, findet jedoch nicht statt. Die Ansicht, als wäre die Einstülpung der äußern Hälfte der Augenblase die mechanische Wirkung des Wachstums der Linse, wird also durch diese Beobachtung widerlegt, da trotz des Fehlens der Linse die Becherform des Auges zu beobachten ist.

In Fällen, wo der Thermokauter weniger starke, lokalisiertere Läsionen verursachte, erscheint das Mesencephalum von ziemlichem Umfang, während das Prosencephalum so klein ist, daß es sich der Wahrnehmung beinahe entzieht.

Schnitte durch diese mißgebildeten Gehirne lehren, daß das Mesoderm außerordentlich herangewachsen ist, so daß es die Hauptmasse des Kopfes bildet. Nur der massenhaften Entwickelung dieses Gewebes ist es zuzuschreiben, daß der Kopf nicht fast völlig schwindet. Denn dieses Gewebe ist ja das Bildungsgewebe der Hirnhäute und Knochen und Muskeln des Schädels.

Es ist also durch die beigebrachte Verletzung die Anlage jener Monstrosität erzielt worden, welche wir die Mikrokephalie nennen.

Wurde an ganz jungen Embryonen vom Alter von etwa 24 Stunden der vordere Teil des Gehirns stark verletzt, so äußerte sich die Mißbildung in einer merkwürdigen Lagenveränderung des Herzens. Die Verff. machen einen Embryo zum Gegenstand ihrer Erörterungen, der noch 48 Stunden, nachdem die Verstümmelung erfolgt war, bebrütet wurde. Die Verletzung hatte nicht bloß die angedeutete lokalisierte Mißbildung zur Folge, sie äußerte sich auch in einer allgemeinen Verzögerung der Entwickelung des Hals- und Rumpfteiles.

Seitlich vom verstümmelten Körperende liegen zwei Herzen. Jedes besteht aus einer Kammer und einer Vorkammer. Diese Monstrosität der Doppelherzen ist zwar schon lange bekannt, doch die wahre Natur derselben entzog sich bis vor kurzem der Erkenntnis. Als im vorigen Jahrhundert Littre bei einem Huhn zwei Herzen zu beobachten Gelegenheit hatte, glaubte er, daß dieselben einfach den zwei Kammern und Vorkammern des normal entwickelten Organes entsprächen und beurteilte die Mißbildung als eine Trennung der rechten und linken Herzhälfte.

Panum, der sich in neuerer Zeit mit Mißbildungen beschäftigte, konnte das Doppelherz z. B. bei Embryonen beobachten, deren vorderes Körperende eine Pression erlitten hatte. Er schrieb die Entstehung der Mißbildung einem Drucke zu, welcher hingereicht hätte, die Longitudinalteilung des Herzens zu erzielen, das ursprünglich, wie er annahm, einfach angelegt war.

Die genaue Beurteilung der vorliegenden Thatsache bedingt natürlich vor allem die Kenntnis der Herzanlage beim normalen Tier. Diese ist aber, wie schon Pander andeutete und wie denn namentlich Koelliker nachwies, eine doppelte. Zwei ursprünglich seitlich und vor dem Kopf gelegene Bildungsgewebe vereinigen sich im Lauf der Entwickelung und gelangen durch eine Faltenbildung unter denselben. Wird nun das vordere Kopfende eines sehr jungen Embryos zerstört, also in einem Entwickelungszustand, in welchem die beiden Bildungsgewebe sich noch nicht vereinigt haben, so muß das Herz natürlich seine ursprüngliche

Lage innebehalten, d. h. jedes der beiden seitlich und vorn gelegenen Herzblasteme entwickelt sich zum Herzen. Die sekundäre Teilung, welche das Herz in schiefer Richtung in zwei Vorkammern und zwei Kammern teilt, ist also ein durchaus anderer späterer Prozess. —

Dareste beobachtete zum erstenmal jene eigentümliche Monstrosität, die bei künstlich bebrüteten Eiern nicht allzuselten zur Ausbildung gelangt, die Omphalokephalie. Sie besteht in einer frühzeitigen Dislozierung des Kopfes. In der Höhe des Hinterhirns biegt er sich rechtwinkelig und versenkt sich in vertikaler Richtung in den Dotter. Diese Lagenveränderung zieht eine abnorme Herzstellung nach sich. Die beiden Blasteme, aus denen das Herz hervorgeht, können sich nunmehr unterhalb des Kopfes nicht vereinen. Dafür treten sie über demselben zusammen, so daß dadurch das Herz in den Nacken zu liegen kommt.

Die Ursache dieser Mißbildung glaubte Dareste in einem Druck auf die Kopfgegend des Embryos zu sehen. In jenem frühzeitigen Embryonalstadium, in welchem die beiden Herzblasteme noch gesondert bestehen, sollte die Mißbildung beginnen, indem das Amnion gegen das vordere Körperende einen Druck ausübte. Seine eigenen Beobachtungen erlaubten ihm jedoch nicht, alle Fälle der Mißbildung auf diese Ursache zurückzuführen. Die Omphalokephalie sah er in einer Reihe von Fällen, wo sich das Amnion unter durchaus normaler Bedingung fand. Er glaubte, daß die Monstrosität wenigstens auf eine zeitweise Pression durch das Amnion zurückzuführen sei. Zu seiner nicht geringen Überraschung machte er aber auch die Beobachtung, daß die Mißbildung selbst bei Embryonen auftreten konnte, denen das Amnion gänzlich fehlte. In diesen Ausnahmefällen erklärte er die Omphalokephalie durch einen Druck, den die Dotterhaut oder die Eischale ausgeübt habe. In ihren neuern Untersuchungen halten zwar Warynski und Fol auch dafür, daß in einer Pression die Ursache der Anomalie zu suchen sei, daß aber das Amnion diesen Druck nicht ausüben könne. Sie machen für diese Ansicht folgende Gründe geltend: In jenem Zeitpunkt, wo die beiden Herzblasteme noch nicht miteinander verbunden sind — und die Biegung des Kopfes geschieht vor dieser Vereinigung — existiert das Amnion noch nicht oder ist doch nur in Spuren angedeutet. Das Amnion könnte also höchstens eine schärfere Ausbildung der bereits bestehenden Anomalie herbeiführen, vorausgesetzt, daß ihm überhaupt jene Eigenschaften zukommen, welche die bedeutende Pression voraussetzt. Allein auch diese Annahme einer sekundären Bedeutung des Amnions bei der Entstehung der Omphalokephalie wird hinfällig, das dasselbe dünn und nachgiebig, also zur Ausübung eines so starken Druckes nicht geeignet ist. Endlich weisen ja Dareste's eigene Untersuchungen auf Fälle hin, wo die Omphalokephalie bei fehlendem Amnion sich entwickelt. Die Ursache, welche in diesen Fällen die Mißbildung bewirkt, wird als deren allgemeine Ursache aufzufassen sein. Jenem durch die Eischalen ausgeübten Druck schreiben Fol und Warynski die Entstehung der eigentümlichen Monstrosität zu.

Die Omphalokephalie entsteht, wenn die künstlich bebrüteten Eier nicht alle 24 Stunden gewendet werden, also beständig in der gleichen

Stellung verbleiben. Das Eigelb ist spezifisch etwas leichter als das Eiweiß. Verharrt nun das Ei längere Zeit in gleicher Lage, so wird das Gelbe langsam in dem umhüllenden Weißen steigen, es will obenauf schwimmen, wird also schließlich der Schale anliegen.

Die Dotterhaut umschließt den Embryo samt dem Gelben. Sie ist jedoch nicht gespannt, übt also unter normalen Verhältnissen auch keinen Druck auf den Embryo aus. Da das Gelbe in dem Weißen eingesenkt ist, wird unter normalen Verhältnissen der Embryo vorzüglich gegen eine für ihn verhängnisvolle Pression geschützt. Steht aber das Gelbe mit der Schale in Berührung, dann wird der Embryo von unten nach oben gedrückt und jene abnorme Biegung des Kopfes wird die natürliche Folge dieser Pression sein. Dieser Lagenveränderung des Eigelb wird zwar in der eigentümlichen Struktur des Weißen, das ja trotz seines flüssigen Zustandes doch einen hohen Grad von Konsistenz zeigt, ein ziemlich bedeutender, doch nicht unbegrenzter Widerstand begegnen.

Warynski hat die Omphalokephalie auch durch experimentelle Eingriffe in den Entwickelungsgang des Embryo erzeugt und damit den Beweis leisten können, daß an der natürlichen Entstehung der Monstrosität das Amnion durchaus unschuldig ist. Ganz junge Embryonen vom Alter von 30—36 Stunden dienten zu den Versuchen. Beim normalen Embryo dieses Alters stellt das Kopfende eine kleine Erhebung über das Blastoderm dar. Der in der Lumbargegend sehr verbreiterte Körper ist durch den engern Teil, in welchem die Urwirbel liegen, mit dem Kopf verbunden. Seitlich und über diesem finden sich die beiden vollständig getrennten Bildungsgewebe des Herzens. Vor der Kopffalte erscheint die erste Spur des Amnion. Wird nun auf der Kopferhebung eine wenig ausgedehnte Läsion beigebracht, so bildet sich die Omphalokephalie, und zwar erscheint sie in zwei Formen. Die mißgebildeten Embryonen besitzen ein Herz, vorausgesetzt daß die Verletzungen gut lokalisiert sind; andernfalls, wenn sie sich über den Kopf hinaus erstrecken, bilden sich Monstren mit doppelten Herzen.

Schon 24 Stunden nach erfolgter Verletzung sieht man am Embryo eine zur Körperachse rechtwinkelige Biegung des Kopfes. Der Scheitel des Winkels liegt in der Gegend der Hörblase. Je mehr die Entwickelung der Mißbildung fortschreitet, um so spitzer wird der Winkel, den der Kopf mit dem Körper bildet, und schließlich erscheint er so stark umgebogen, daß die Achse des Kopfes beinahe mit der Körperachse parallel geht. Der Kopf liegt also der in diesem Entwickelungsstadium noch breit geöffneten Bauchrinne an, senkt sich in sie hinein und wird endlich von den sich schließenden Pharyngealwänden umschlossen. Dareste hat nach der Lage des Kopfes zwei Formen der Omphalokephalie unterschieden, deren eine nach ihm viel häufiger sein soll als die andere. Der Kopf liegt bei jener in der Bauchrinne unterhalb des Herzens. Bei der andern liegt er im Oesophagus und tritt durch den Nabel aus. Warynski weist jedoch nach, daß die erstere Form das vorangehende Stadium der zweiten ist und nur deshalb häufiger auftrat, weil das zu frühe Absterben des Embryo die vollständige Entwickelung der Omphalokephalie verhinderte.

In seiner oben citierten Abhandlung tritt WARYNSKI etwas eingehender auf die durch die Läsion erzielte Mißbildung ein. Sie beschränkt sich nicht auf eine Lagenveränderung des Kopfes. Seine ganze Entwickelung erscheint verzögert. Die Entwickelungshemmung kommt namentlich auch in verschiedenen Atrophien einzelner Kopfteile zum Ausdruck. Der Kopf ist in einzelnen Fällen so klein, daß es mit Schwierigkeiten verbunden ist, sich überhaupt von seinem Dasein zu überzeugen. Die Augen fehlen oft vollkommen. In andern Fällen sind sie nur als Rudimente vorhanden. Die Hörblasen sind stets vorhanden, oft jedoch rudimentär.

Eine zweite bedeutende Anomalie betrifft das Herz. Seine Lage ist zwar keine völlig konstante; immer jedoch liegt es ganz vorn über dem Kopf. Es ist groß. Die Kammer ist bald unten, bald oben. Hand in Hand mit der abnormen Lage des Herzens gehen einige Veränderungen im Gefäßsystem. Von der Kammer geht ein kurzer Gefäßstamm ab, die Aorta ascendens. Nach kurzem Verlaufe teilt sie sich in zwei Bögen. Diese gehen nach oben und hinten und vereinigen sich zur absteigenden Aorta. In der Nabelgegend entspringen von ihr zwei große Arterien, die rechte und linke Arteria omphalomesenterica, die sich im Gefäßhof weiter verzweigen. Die Aorta endet in zwei Stämmen, der künftigen Allantoisarterie und der Arteria iliaca.

Die Venae omphalomesentericae, welche den entsprechenden Arterien parallel gehen, vereinigen sich zunächst zu zwei Stämmen, die längs des freien Kopfteiles in der Nabelgegend hinziehen. Über demselben vereinigen sie sich zu einem Venensinus, in welchen sich der CUVIER'sche Gang ergießt. Diese drei Gefässe bilden dann einen langen gemeinsamen Stamm, welcher sich oben um die Vorkammer schlingt und in dieselbe mündet.

In den Fällen, die DARESTE beschreibt, war der Stillstand der Entwickelung des Gefäßhofes die Todesursache des mißgestalteten Embryos. In den künstlich erzeugten Anomalien konnte der Gefäßhof normal erhalten bleiben, wenn nur die Läsion lokalisiert war und die Eier beim Bebrüten alle 24 Stunden gewendet, also die Embryonen nicht an die Schale angedrückt wurden. Die Embryonen erreichten deshalb auch ein vorgerückteres Alter. Von Bedeutung namentlich für die Würdigung der Ansicht DARESTE's in betreff der Ursache der natürlichen Omphalokephalie ist die Beobachtung, daß die Verletzungen die normale Entwickelung des Amnion in keiner Weise hinderten.

Eine letzte Versuchsreihe gilt der künstlichen Erzeugung jener als Heterotaxie bezeichneten Monstrosität. DARESTE hatte dieselbe oft dadurch erhalten können, daß er die beiden Hälften des Embryo durch einseitiges Erwärmen im Brütofen sich ungleich entwickeln ließ. »Die Umkehrung, sagt er, entsteht in dem Fall, wo die größte Entwickelung des Gefäßhofes sich auf der linken Seite des Embryo vollzieht.«

Die reine Heterotaxie ließ sich erzeugen, wenn an jungen Embryonen von 24—48 Stunden die linke Seite überhitzt wurde, indem der Thermokauter nicht direkt mit dem Gewebe in Berührung gebracht wurde. Die strahlende Wärme wirkte dann ein und bewirkte neben der Monstrosität allgemein eine etwelche Verzögerung der Entwickelung. Die derart

operierten Tiere wurden hernach wieder in den Brütofen gebracht und nach 2 oder 3 Tagen untersucht. Waren die Versuchstiere Embryonen vom Alter von 24—36 Stunden, dann zeigte sich die vollständige Heterotaxie, eine Umkehrung derart, daß der Kopf nach der rechten Seite niederliegt, das Herz nach der linken vorspringt. Dienten 48 Stunden alte Embryonen zum Versuch, dann war die Heterotaxie unvollständig. Das Herz war von ihr nicht betroffen.

Daraus ergab sich, daß, entgegen der Meinung von DARESTE, die Umkehrung des Kopfes und Herzens nicht in ursächlichem Zusammenhang steht, daß sie vielmehr zwei voneinander unabhängige, wenn auch analoge Phänomene darstellen, die allerdings auf die analoge Ursache zurückzuführen sind. Da beim älteren Embryo die beiden Herzbildungsgewebe bereits miteinander vereint sind und unter dem Kopfe liegen, so entziehen sie sich der Einwirkung des die Monstrosität verursachenden Reizes.

Winterthur. Dr. ROB. KELLER.

Botanik.

Die Auskleidung der Intercellulargänge [1].

Wie bekanntlich RUSSOW [2] zuerst nachgewiesen haben wollte und BERTHOLD [3], TERLETZKI [4] und SCHAARSCHMIDT [5] bestätigt haben, sind die Intercellularräume vieler Pflanzen von einer dünnen Plasmaschicht ausgekleidet, die RUSSOW bei *Acer*, TERLETZKI an Farnen und SCHAARSCHMIDT an vielen anderen Arten mit dem Plasma der benachbarten Zelle durch Plasmafäden, welche die Wand der Zelle durchsetzen, in Zusammenhang stehend gefunden hatten.

Gegen die Deutung der Intercellularauskleidungen als Plasmaschicht trat zuerst GARDINER [6] auf, der sie auf Grund chemischer Reaktionen als die verholzte oder in schleimige Substanz umgewandelte äußerste Schicht der Zellmembran ansieht.

In den Berichten der »Deutschen Botanischen Gesellschaft« Juli 1885, pag. 217—225, teilt H. SCHENCK seine Untersuchungen über die Auskleidung der Intercellularräume mit, die ihn zu der Anschauung GARDINER's führen.

Bei den mit weiten Intercellularräumen versehenen Sumpf- und

---

[1] Vgl. Kosmos 1884, Bd. I, p. 65.

[2] E. Russow: Über den Zusammenhang der Protoplasmakörper benachbarter Zellen (Dorpater Naturf.-Gesellsch. September 1883) und: Über die Auskleidung der Intercellularen (Dorpater Naturf.-Gesellsch. August 1884).

[3] G. Berthold: Über das Vorkommen von Protoplasma in Intercellularräumen (Berichte der deutsch. botan. Gesellsch. II. 1884).

[4] O. Terletzki: Über den Zusammenhang des Protoplasma in Zwischenzellräumen (Berichte der deutsch. botan. Gesellsch. II. 1884).

[5] Gg. Schaarschmidt: Ungarisch in Magyar Növenytani Lapik 1884 (Bericht im Botan. Zentralbl. Bd. XVIII. 1884 und Bd. XIX. 1884 und Nature 1885).

[6] W. Gardiner: The continuity of the protoplasm in plant tissue (Nature 1885).

Wassergewächsen fand er in Übereinstimmung mit Russow eine feine Auskleidemembran derselben. Taucht man einen Querschnitt in Jodkaliumlösung (0,2 % J, 1,64 % JK) und läßt alsdann tropfenweise eine Schwefelsäurelösung (5—6 Teile H_2SO_4 auf 1 H_2O) herantreten, so quillt die Wandung der Parenchymzellen und wird intensiv blau, während die Begrenzung der Luftgänge als geschlossenes zartes, heller oder dunkler gelbes oder rötlich-braunes Häutchen erscheint. Verf. kann es nicht mit Russow auf Grund dieser Reaktion für Plasma ansprechen, und verhält es sich auch oft anders als das Zellplasma. Bei *Potamogeton natans* z. B. färbt sich nach dieser Behandlung das Protoplasma der Zellen (Cytioplasma) rötlichbraun, während das Intercellularhäutchen hellgelblich wird. Die Intercellularräume sind hier durch einschichtige Zwischenwände voneinander getrennt. Wo deren Zellen aneinander stoßen, treten in den Kanten die Eckleisten auf, die sich nach der beschriebenen Behandlung auf dem Querschnitte als dreieckige gelbliche Feldchen scharf von den gebläuten Celluloseschichten abheben und kontinuierlich nach außen in das Intercellularhäutchen übergehen. In konzentrierter Schwefelsäure bleibt von der ganzen Wand nur das Intercellularhäutchen mit den daran stoßenden Eckleisten übrig, während das übrige sich auflöst. Da die Eckleisten nicht plasmatisch sind, so ist es auch nicht das sich gleich verhaltende Intercellularhäutchen, das vielmehr wie diese eine Cuticula ähnliche Beschaffenheit hat.

Bei *Limnanthemum nymphaeoïdes* tritt nach dieser Behandlung ebenfalls ein gelblich- oder rötlich-braunes Intercellularhäutchen hervor. Im Rhizom der Landform desselben sah Verf. eigentümliche blasenartige, durch lokale Gummischleimentwickelung erzeugte Auftreibungen dieses zarten Intercellularhäutchens. Schwefelsäure löst die Celluloseschichten und das Intercellularhäutchen kommt mit den hohen blasigen Auftreibungen scharf konturiert zur Anschauung.

Bei Behandlung mit dem Schultze'schen Macerationsmittel (chlorsaures Kali und Salpetersäure) werden umgekehrt das Intercellularhäutchen und die Eckleisten gelöst, wodurch die Zellen der Scheidewände an ihren Berührungslinien etwas eingeschnürt erscheinen. Von der vollständigen Auflösung des Intercellularhäutchens kann man sich leicht überzeugen, wenn man die so macerierten Schnitte nach Auswaschung wieder mit Jodjodkaliumlösung und verdünnter Schwefelsäure behandelt. Die Wände färben sich blau und man sieht nichts von dem Intercellularhäutchen und den Eckleisten. Die Cuticula der Epidermis dagegen ist als bräunlichrot gefärbte Membran geblieben. Hieraus folgt, daß die Auskleidungen nicht mit Cutin imprägniert sind, sondern sich ähnlich wie die Intercellularsubstanz, die sich auch in der Schultze'schen Mischung löst, verhalten und aus derselben wahrscheinlich sich bilden. Bei der Bildung der Intercellularräume spaltet sich die aus Intercellularsubstanz gebildete Mittellamelle und wachsen ihre Hälften mit den Parenchymzellwänden, wobei sie eine geringe chemische Metamorphose erfahren. In konzentrierter Schwefelsäure lösen sich die Wände der macerierten Querschnitte völlig auf, während das Cytioplasma ungelöst bleibt. Ebenso verhält sich *Limnanthemum nymphaeoïdes* und *Lycopus europaeus*, sowie auch das

Schwammparenchym der Blätter vieler Landpflanzen. Dasselbe gilt von den Intercellulargängen in der Rinde vieler Holzgewächse, wie z. B. *Ligustrum vulgare* und *Aucuba japonica*. Hier werden jedoch die Mittellamellen (Intercellularsubstanz) nicht wie bei den Wassergewächsen von konzentrierter Schwefelsäure gelöst; es bleibt daher bei Behandlung des Querschnitts mit konzentrierter Schwefelsäure ein feines, den Zellen entsprechendes Netzwerk zurück, und man sieht deutlich, wie sich die Mittellamellen kontinuierlich in die Intercellularhäutchen fortsetzen. Ebenso verhalten sich Mittellamelle und Intercellularhäutchen auch bei der Behandlung mit Jodjodkalium und verdünnter Schwefelsäure gleich; beide treten deutlich hellgelblich gefärbt hervor gegenüber den blau gefärbten Celluloseschichten der Parenchymzellwände.

Mit fortschreitendem Alter scheint eine chemische Umwandlung des Intercellularhäutchens und zuletzt auch der Mittellamelle vor sich zu gehen. Behandelt man Querschnitte älterer Rinden mit Jodjodkalium und verdünnter Schwefelsäure, so zeigen sich die Intercellularräume mehr oder weniger mit einer rötlichgelben, stark lichtbrechenden, körnigen oder homogenen Substanz angefüllt. Diese Substanzen sind nicht allein aus dem zarten Intercellularhäutchen hervorgegangen, sondern sind entweder lokale Desorganisationsprodukte der angrenzenden Wandungen oder Sekrete der benachbarten Zellen. Sowohl jüngere als ältere Rindenquerschnitte, behandelt mit Schultze'scher Macerationsflüssigkeit und nachher mit Jodjodkalium und verdünnter Schwefelsäure oder mit konzentrierter Schwefelsäure, zeigen dieselben Erscheinungen wie bei *Potamogeton natans* und beweisen deutlich die verschiedene Natur des Cytioplasma und des Intercellularhäutchens. Heiße Salpetersäure und Ammoniak färben Mittellamelle und Intercellularhäutchen gelblich und letzteres hebt sich deutlich als Grenzschicht von der gequollenen Celluloseschicht ab.

Russow, Terletzki und Schaarschmidt glauben nun Kommunikationen des Cytioplasma mit dem Intercellularhäutchen gesehen zu haben. Verf. meint, daß es sich in den beobachteten Fällen um ein Herantreten von Plasmafäden an das Intercellularhäutchen, nicht um einen kontinuierlichen Zusammenhang handelt, wie er zwischen den Cytioplasten benachbarter Zellen stattfindet.

Berlin. P. Magnus.

Physiologie.

Zur Sinnesphysiologie der Spinnen.

Fr. Dahl hat kürzlich in einer philosophischen Zeitschrift eine ausführliche und interessante Studie zur Sinnesphysiologie der Spinnen veröffentlicht, der wir folgendes entnehmen:

Der alte Satz, daß die Sinnesorgane die unentbehrlichsten Mittel zur Selbsterhaltung des Individuums seien, findet auch in dem vorliegenden Falle seine volle Bestätigung, namentlich ist es der Tastsinn, der für den Haushalt der Spinnen von größter Wichtigkeit ist. Die Nahrung

der Spinnen besteht bekanntlich aus kleinen Insekten, welche in das Fangnetz hineingeraten, dieses letztere ist aber nur kurze Zeit im stande, hineingeratene Insekten zu fesseln, die Spinne muß mithin schnell zur Stelle sein, um das Opfer weiter zu verstricken; so bewirft *Steatoda punctata* L. das Insekt mit Fäden, indem sie dem gefangenen Tiere den Hinterleib mit den Spinnwarzen zuwendet und die Hinterbeine zum Werfen benutzt; *Epeira sclopetaria* Cl. versucht das eingefangene Insekt mit den Fußspitzen um seine Achse zu drehen und dabei zu umspinnen, die Tötung des in das Netz hineingeratenen Insekts erfolgt oft erst dann durch Biß, wenn dem letzteren ein Entkommen bereits unmöglich gemacht worden ist. In manchen Fällen ist auch das Netz zum Fang vollständig ungeeignet, wenn nicht die Spinne dazu mithilft; dieses ist z. B. der Fall bei dem deckenförmigen Netz von *Tapinopa longidens* Wid., welches über kleine Erdvertiefungen ausgespannt zu sein pflegt. Wenn ein Insekt sich auf ein solches Netz niederläßt, so wird es sofort von der Spinne ergriffen. In allen diesen Fällen ist der Tastsinn ein zum Fange unumgänglich notwendiges Erfordernis, da, wie wir noch sehen werden, der Gesichtssinn nicht ausreicht. Die meisten Netzspinnen haben in der Nähe ihres Netzes eine eigene Wohnung, um unbemerkt zu bleiben; diese Wohnung steht nun durch Signalfäden mit dem Netz in Verbindung, durch welche es der Spinne möglich wird, in kürzester Zeit durch den Tastsinn von der Anwesenheit eines in das Netz hineingeratenen Insekts Kenntnis zu erhalten; der Gesichtssinn würde offenbar unter diesen Umständen sehr oft im Stiche lassen, da sehr schwer von der Spinne das ganze Netz überblickt werden kann; zur absoluten Unmöglichkeit wird dieses letztere aber, wenn die Spinne auf dem Neste sitzt; denn der in ihrem Rücken liegende Teil des Netzes ist immer ihren Blicken entzogen. Aus dieser einfachen Thatsache ergibt sich schon, daß die Entwickelung des Tastsinnes für die Spinne wichtiger ist als die des Gesichts. Dieses Verhältnis findet sich nun auch in Wirklichkeit so. Die Spinne fühlt nicht nur, dass ein Insekt ins Netz geraten ist, sondern auch, wo es sich befindet; denn eine auf der Mitte des Netzes sitzende Radspinne wählt sofort die richtige Speiche, um zur Beute zu gelangen; hat sie eine Wohnung neben dem Netze, so eilt sie erst zur Mitte des Netzes und läuft auf den richtigen Speichen weiter, sobald das Insekt zappelt; verhält sich aber das letztere ruhig, dann ist sie ratlos, sie zupft abwechselnd an den einzelnen Speichen und fühlt an der richtigen angelangt, daß sich auf ihr ein Gegenstand befindet; ein erneutes Zappeln des Insekts ist nicht erforderlich; denn wenn Dahl einer *Meta segmentata* Cl. kleine Stückchen eines Blattes ins Netz warf, wurden sie sofort durch Zupfen von dem Tiere entdeckt und entfernt. Durch einen besonders hoch entwickelten Tastsinn zeichnet sich *Zilla X-notata* Cl. aus, wie Dahl aus eigener Beobachtung weiß. Eine kleine Mücke kaum dicker als der Netzfaden geriet in das Netz einer *Zilla*, die gerade auf der Mitte desselben saß, die Spinne hatte das Anfliegen gefühlt, zupfte sofort, trotzdem die Mücke sich ruhig verhielt, an der richtigen Speiche, fühlte die Anwesenheit ihres Opfers, ging infolgedessen auf der Speiche langsam weiter, öfters innehaltend und von neuem an etwa drei Speichen

der betreffenden Richtung zupfend, diese Manipulation führte sie auch noch unmittelbar an der Mücke aus, so daß sie die letztere mit dem Fuße berührte, gleich nach erfolgter Berührung stürzte sie sich auf die Beute. Aus dieser Beobachtung geht zur Evidenz hervor, daß die Spinne auf ihr Auge sich wenig verlassen kann. Hat eine Netzspinne an allen Speichen gezupft und nichts entdeckt, dann kehrt sie in ihre Wohnung zurück. Dieses Verfahren ist für Radnetzspinnen von unschätzbarer Bedeutung, da diese letzteren beim Hindurchlaufen ihr Netz teilweise zerstören.

Die Radform des Netzes ist für eine schnelle Orientierung besonders geeignet, doch auch wenn das Netz unregelmäßig gewebt ist, fühlt die Spinne den Ort der Erschütterung, wie es folgender Versuch erhärtete. Dahl warf auf das Deckennetz von *Linyphia hortensis* Lund. ein kleines Insekt so, daß die Wurflinie im Rücken des Tieres lag und das Insekt möglichst weit ab von der Spinne zu wiederholtenmalen zu liegen kam, und immer war die Spinne sehr schnell und sofort zur Stelle. Auch einen Windhauch fühlen die Spinnen, denn bläst man sie an, dann ziehen sie die Beine an den Leib und bieten dem Winde eine möglichst kleine Körperoberfläche dar. —

Das Organ des Tastsinnes ist wahrscheinlich über den ganzen Körper verbreitet, namentlich in den Füßen und Tastern finden sich zahlreiche Nervenendigungen, die an die Wurzel beweglicher Haare treten und oft kurz vor dem Ende ganglienartig verbreitert sind.

Berlin. Dr. J. Nathan.

Litteratur und Kritik.

Willenswelt und Weltwille von Dr. Karl Peters. Leipzig, Brockhaus, 1883.

Die Persönlichkeit des Verfassers, welcher ja seinen Patriotismus in jüngster Zeit bei den kolonisatorischen Bestrebungen unseres Vaterlandes praktisch bethätigt hat, sichert dem vorliegenden Buche von vornherein ein gewisses Interesse.

Er nennt seine Arbeit »Studien und Ideen zu einer Weltanschauung« und macht uns damit selbst darauf aufmerksam, daß wir hier kein abgeschlossenes System vor uns haben, sondern den Plan und einiges Material zu einem solchen.

Wenn wir nun einerseits gern anerkennen, daß die vorliegende Arbeit viele Ansätze zu einer sachgemäßen Kritik Schopenhauer's und seiner Schule und auch manchen Trieb zur weiteren Fortbildung enthält, so müssen wir doch anderseits bedauern, daß der Verfasser sein Werk vor der Veröffentlichung nicht völlig hat ausreifen lassen, besonders da die Disposition des ganzen geradezu musterhaft ist.

Ein an sich sehr wohl berechtigter Idealismus veranlaßt Peters nur allzu leicht, die Strenge der Erörterung durch dichterische Dithyramben zu unterbrechen, welche einen Nebel von Begriffen verbreiten, ohne doch dadurch die Mängel und Fehler in der wissenschaftlichen Auffassung anerkannter Thatsachen, namentlich auf physikalischem Gebiete, zu verhüllen.

Befremden wird die Freunde des Monismus vor allem die dualistische Fassung des Weltganzen, in welcher der Wille und der Raum als zwei gleichberechtigte Prinzipien, wie Gutes und Böses, einander gegenübertreten.

Die Arbeit zerfällt in drei Bücher, deren erstes der erkenntnistheoretischen Grundlegung, deren zweites der kritischen Durchmusterung der Werke aus der Schopenhauer'schen Schule, deren drittes endlich der Ausführung eigener Ideen gewidmet ist.

Im ersten Buche will Peters als Basis für seine späteren Auseinandersetzungen die Rechtfertigung für eine realistische Weltanschauung liefern und zwar thut er dies im Anschluß an eine nicht immer zutreffende Kritik der erkenntnistheoretischen Ansichten von Kant, Schopenhauer und Hartmann. Er stellt sich zunächst auf den Boden des transcendentalen Idealismus, sucht aber die Gültigkeit der Kant'schen Anschauungs- und Denkformen auch jenseits der Welt der Erscheinungen nachzuweisen. Dabei läßt er sich von dem bekannten Gedankengange Schopenhauer's leiten und bemüht sich, durch eine tiefergehende Analyse des Ich den Erscheinungen eine transcendente Grundlage zu sichern. In seinem Resultate endlich nähert er sich E. v. Hartmann und stellt wie dieser die »Parallelität von Denken und Sein« auf, d. h. er läßt die Welt, wie sie uns gemäß unseren Anschauungs- und Denkgesetzen erscheint, der Welt des Seins oder der Dinge an sich völlig kongruent sein.

Von dieser Grundlage aus unterwirft er im zweiten Buche Schopenhauer selbst und einige hervorragendere Vertreter und Fortbildner seiner Ideen einer ausführlichen Kritik, welche jedenfalls nicht ohne Mängel ist. Bei diesem kritischen Gange sucht er zugleich das Material für seine eigenen Positionen zu gewinnen. Die Willensphilosophie soll, unter Benutzung teleologischer Momente, auf transcendent-theistischer Basis begründet werden.

Diesen Betrachtungen ist das dritte Buch des Werkes gewidmet, welches uns hier etwas ausführlicher beschäftigen soll.

Das erste Kapitel beginnt mit der Präzisierung der Aufgabe, welche für ihn in aller Kürze darin besteht: »den willensphilosophischen und teleologischen Gedanken auf realistischer Basis zu einer Weltanschauung zu kombinieren«. Er sieht in dieser Kombination das Kernproblem des ganzen Schopenhauerianismus und macht von dessen Lösung die Existenzfähigkeit dieser philosophischen Schule abhängig.

Mit dem zweiten Kapitel, welches die Überschrift »Welt als Wille und Vorstellung« trägt, treten wir in die eigentliche Erörterung ein. An die Spitze derselben stellt der Verfasser den Satz: »Unser Wollen wie unser Vorstellen ist aus den Grundtiefen des Weltalls emporgewachsen, folglich mußten die Bedingungen dazu in diesen Grundtiefen selbst,

also in der Substanz der Natur liegen.« (Seite 292.) Er begnügt sich jedoch nicht mit dieser Einsicht, bei welcher das Verhältnis zwischen Wollen und Vorstellen zunächst noch unbestimmt bleibt, sondern will diese beiden Momente in jedem einzelnen Akte des Geschehens unzertrennbar verbunden sehen. Während er einerseits im Anschluß an KANT darauf aufmerksam macht, daß kein Vorstellen ohne eine innere Willensthätigkeit denkbar ist, betont er anderseits, daß auch das Wollen nicht ohne Vorstellen zu stande kommen könne, und hiermit nimmt er energisch SCHOPENHAUER gegenüber Stellung. Nicht wie dieser läßt er das Wollen vom gesamten Organismus der Individuen, das Vorstellen aber nur vom Gehirn Besitz ergreifen, sondern er läßt überall auch in der niedrig entwickelten und unorganischen Natur das Vorstellen unzertrennbar neben dem Wollen bestehen, verlegt aber die höchste Entwickelung dieser beiden vereinigten Faktoren zum Ich-Bewußtsein erst in das Gehirn des Menschen. Zum Begriff des Willens gehört bei ihm: »1) die (dunkle oder klare) Vorstellung eines Ich. 2) Vorstellung von etwas außer dem in der ersten Vorstellung des Ich begriffenen. 3) Vorstellung einer (in Begehrung oder Abscheu bestehenden) Beziehung der ersten zur zweiten Vorstellung.« Daß diese drei Faktoren, begrifflich mindestens, jederzeit im Wollen enthalten sind, gilt ihm für unumstößlich gewiß; weshalb in der Natur auf allen ihren Entwickelungsstufen neben dem Wollen das Vorstellen zu konstatieren ist. »Die Wesensentfaltung beider in paralleler Stufenfolge, das ist der Weltprozeß.« Doch nicht wie HARTMANN stellt er das Wollen dem Vorstellen substantiell gegenüber, sondern läßt beide so »zentral (?) ineinander liegen«, daß es kein Wollen ohne Vorstellen und kein Vorstellen ohne Wollen gibt.

Den Analogieschluß, Wille und Vorstellung, weil sie die Grundprinzipien des Ich-Bewußtseins sind, zugleich zu den Grundprinzipien des ganzen übrigen Weltalls zu stempeln, rechtfertigt er in SCHOPENHAUER'scher Weise.

Doch damit nicht zufrieden, hält er es für notwendig, Untersuchungen darüber anzustellen, wie die verschiedenen Naturstufen auf begründete und systematische Weise aus dem Willensprinzip abzuleiten seien. Den quantitativistisch-mechanistischen Standpunkt von ALFONS BILHARZ hält er für ungenügend und kehrt sich mehr demjenigen BAHNSEN's zu, nach welchem sich der Wille in stets qualitativer Steigerung befindet und auf diese Weise die individuellen Unterschiede in der Welt verursacht. Von diesem Gesichtspunkte aus geht er die Stufenfolge von der unorganischen zur immer höher sich entwickelnden Natur durch, zeigt, wie sich die verschiedenen Charaktere des Wollens bilden und sich mehr und mehr komplizieren; wie diese ganze Komplikation vom ersten Anstoß sich als bedingt und durchaus notwendig erweist; wie trotzdem aber, weil es überall der Wille ist, der wirkt, stets fälschlich das Gefühl individueller Freiheit hervorgerufen wird.

Während er sich in diesen Ausführungen SCHOPENHAUER mehr oder weniger anschließen kann, sieht er sich genötigt, demselben gegenüberzutreten, sobald er die Frage nach dem Entwickelungsgange des Weltalls aufwirft, weil dieselbe ja innerhalb des erkenntnistheoretischen Idea-

lismus keine Stelle finden kann. Indem er so seinen erkenntnistheoretischen Realismus gegen SCHOPENHAUER abgrenzt, verwahrt er sich anderseits von vornherein gegen die Lösung, welche der Materialismus zu geben versucht, indem er die höheren Willensformen als Kombinationen von Willensäußerungen der Atome darstellt; wobei natürlich die Erklärung jeder qualitativen Steigerung ausgeschlossen erscheint. In der ausgesprochenen Überzeugung, daß die Lösung dieser Frage nur im Transcendenten und das schaffende Prinzip nicht in den einzelnen Willensindividuen, sondern hinter denselben zu suchen sei, geht PETERS zum 3. Kapitel über, welches den Titel »Einzelwille und Weltprozeß« führt.

Hier versucht er zuerst das allbekannte Problem von der rastlosen Sehnsucht und dem Nimmerbefriedigtsein, das sich durch die ganze Welt hinzieht, darzustellen. Dem Pessimismus aber, der sich jedem bei Betrachtung dieser Thatsachen zunächst aufdrängen muß, weicht er aus und proklamiert der individuellen Eudämonologie gegenüber den kosmischen Optimismus. Daß das Individuum als solches nie zur Befriedigung gelangen kann, erkennt er an; er schildert den beständigen Konflikt zwischen dem Drang zum Dasein und der Sehnsucht nach Glück, dem es ausgesetzt ist, und wie sich diese beiden Grundtriebe, das eigentliche Wesen des Wollens ausmachend, als treibende Kräfte durch die ganze Natur ziehen. PETERS schließt hieraus, daß dieses Unbefriedigtsein des Individuums den Zwecken der Natur entspreche, und sieht gerade in diesem das treibende Moment zum steten Vorwärtsfließen des Weltganzen. Von diesem Gedankengange aus acceptiert er die DARWIN'sche Theorie, modifiziert dieselbe aber wohl nicht ohne Erinnerung an E. v. HARTMANN. Nicht in den Individuen selbst liegt die Entwickelungsfähigkeit als Bedingung zur Bildung immer höherer Willenseinheiten, sondern dieselben entstehen durch Verknüpfung und Verschlingung aller oder einzelner Kausalketten miteinander unter stetem Eingreifen eines gewissermassen im Hintergrunde lauernden, ewig schaffenden Weltprinzips. Wir haben es also nicht mit dem Deismus zu thun, der dem Weltschöpfer jeden ferneren Eingriff in sein Werk versagte, noch mit dem Pantheismus, der kein schaffendes Prinzip außerhalb des Weltalls anerkennt, sondern befinden uns vollständig auf dem Boden des Theismus. Als Beweis für das Dasein seines Gottes sucht er die Hypothese einer beständigen Steigerung der Kraftmasse (?) im Weltall zu begründen, läßt uns aber dabei trotz einiger polemischer Bemerkungen im Zweifel, was er eigentlich unter Kraftmasse (Konstanz der Energie?) versteht. Wir sehen auch daraus, daß dieser transcendente Weltwille, der Schöpfer und Erhalter des Alls, es ist, dessen Existenz PETERS um jeden Preis beweisen will, anstatt sich damit zu begnügen, dieselbe aus Gemütsbedürfnissen zu postulieren. Woher aber, da dieser Schöpfer allmächtig, sein Wollen und Können unendlich ist, dies hastende Vorwärtsstreben, dieser Kampf ums Dasein als Grundprinzip alles Lebens? Die Antwort auf diese Frage stellt uns PETERS im 4. Kapitel, »Weltprozeß und Weltfaktoren« überschrieben, in Aussicht, und wird sie uns erklären, weshalb er sein System einen willensphilosophischen Dualismus nennt.

Wenn man die Welt als Kombination von Wille und Vorstellung

auffaßt, so hat man damit nur die eine (aktive) Seite derselben erklärt, zu welcher nun noch eine andere hinzukommt, als deren Grundprinzip der Raum auftritt. Dieser wird nicht etwa als vom Willen erschaffen gedacht, sondern steht demselben feindlich gegenüber und ist durchaus als ein zweites transcendentes Weltprinzip anzusehen: der Weltwille ist ihm das absolut Aktive, dem der Raum als absolut Passives gegenüber steht. Das All-Eine in seiner unbegrenzten Daseinsfülle stürzt sich in den leeren Raum und wird so in zahllose Individuen zersprengt, die jedoch das Bewußtsein ihrer Zugehörigkeit zum transcendenten Willen nie verlieren — daher der rastlose Kampf, das ewige Streben, dem sich stets die Schranke des Endlichen entgegensetzt. Diesen Weltprozeß denkt sich Peters ohne Anfang und ohne Ende, als beständigen Kreislauf, als beständiges Ausströmen des Weltwillens in den unendlichen Raum und als ein ebenso ewiges Zurückströmen . . . . allerdings ein recht optimistischer Abschluß!

Die hiermit im Umriß gewonnene Weltanschauung sucht der Verfasser im 5. Kapitel »Weltwille und Gottheit« mit den Anforderungen der Religion, besonders mit denen des Christentums, in Einklang zu bringen. Wie vorauszusetzen war, findet er hier viele anklingende Saiten, wenigstens will er einen metaphysischen Untergrund für weitere Spekulation der Theologen liefern. Daß es ihm bei seinem Dualismus nicht schwer fallen kann, für das Böse, ohne Beeinträchtigung des allweisen und allgütigen Weltschöpfers, einen Platz zu finden, ist leicht verständlich . . . . . er braucht das absolut Böse nur mit dem Raum zu identifizieren und so den Kampf zischen diesem und dem Weltwillen zugleich zu einem Kampfe zwischen Gutem und Bösem zu machen. Immer mehr siegt das gute über das böse Prinzip, doch kann dabei, da beide ihrer Natur nach unendlich sind, nur eine asymptotische Annäherung an die Vollkommenheit stattfinden.

Diese Ansichten sucht Peters in einem Schlußkapitel im einzelnen zu bewähren, indem er auf das Gebiet der Ästhetik und der Ethik übergeht und diese Wissenschaften im Hinblick auf den dualistischen Charakter (Einzel-Ich und Glied des All-Einen) des Individuums abzuleiten sucht.

In seiner Betrachtung der Kunst schließt er sich Schopenhauer im wesentlichen an.

Für die Ethik gilt ihm als Grundsatz: je mehr das Individuum seinen Egoismus aufgibt und teilnimmt am Zurückstreben zum All-Einen, desto sittlicher ist es.

Eine reale Vereinigung des Individuell-Getrennten im Weltprozesse ist natürlich innerhalb des Rahmens der hier gegebenen Welt-Anschauung undenkbar, es kann sich nur um eine ideale Versöhnung der beiden feindlichen Mächte, des Willens und des Raumes handeln, d. h. das Einzelne als solches bleibt bestehen. So soll auch in ethischer Beziehung jedes Individuum gewissermaßen das Bewußtsein seiner Individualität im Hinblick auf seine Zugehörigkeit zum All-Einen verlieren . . . . so soll es dieselbe in ästhetischer Beziehung im Anschauen der Kunst wenigstens für Augenblicke vergessen.

Braunschweig. Dr. Alex. Wernicke.

Sammlung von Vorträgen. Herausgegeben von W. FROMMEL und FRIEDR. PFAFF. Heidelberg, Carl Winter's Universitätsbuchhandlung.

Von dieser Sammlung liegen uns folgende neuere Hefte vor:

1. A. VON LASAULX (Bonn), Wie das Siebengebirge entstand. 1884. (Bd. XII, Nr. 4/5.) 55 S. 1 M.

2. Dr. J. KREYENBÜHL (Zürich), Die Bedeutung der Philosophie für die Erfahrungswissenschaften. 1885. (Bd. XIII, Nr. 1.) 24 S. 60 Pf.

3. Dr. WILHELM BREITENBACH (Göttingen), Die Provinz Rio Grande do Sul, Brasilien, und die deutsche Auswanderung dahin. 1885. (Bd. XIII, Nr. 4/5.) 75 S. 1 M.

4. Dr. LUDWIG NEUMANN (Heidelberg), Die deutsche Sprachgrenze in den Alpen. Mit einer Karte. 1885. (Bd. XIII, Nr. 10.) 36 S. 80 Pf.

5. C. A. PATZIG (Hannover), Die Afrikanische Konferenz und der Congostaat. 1885. (Bd. XIV, Nr. 1/3.) 120 S. 2 M.

Nr. 1, der Vortrag des verdienten Bonner Geologen, entrollt ein ungemein anschauliches und lebendiges Bild von dem langsamen und wechselvollen Entwickelungsgang, den jenes malerische, scheinbar so einfach aufgebaute Gebirge am Niederrhein durchlaufen hat. Er erläutert zunächst, wie der ganze Charakter eines Gebirges als die natürliche Folge zweier Prozesse sich darstellt: »Der Geburt und der Erziehung, so möchte man fast sagen, d. h. des eigentlichen Aufbaues und der späteren Gliederung und Modellierung«, und zeigt sodann, aus welchem Material und durch welche Kräfte im vorliegenden Falle der »Modellklotz« gebildet wurde, an dem sich die modellierende Thätigkeit des Wassers erweisen konnte. Ganz vortrefflich ist besonders jener Abschnitt, wo aus der Betrachtung der heutigen Befunde Schritt für Schritt die Folgerungen entwickelt werden, die notwendig zur Annahme einer Vorgeschichte von unmeßbar langer Dauer führen, während welcher teils durch atmosphärische Einflüsse, teils durch die Brandung des von Norden vordringenden und wieder zurückweichenden Meeres, teils endlich durch den mächtig von Süden heranstürmenden Rhein das devonische Schiefergebirge um Tausende von Metern erniedrigt, zu einem plateauartigen Lande »abgehobelt« worden sein muß, ehe die Erosion nur soweit gelangen konnte, zwischen den Resten der schon zu Anfang der Tertiärzeit in die Grundmasse des Gebirges emporgedrungenen Trachyt- und Basaltmassen die heutigen Querthäler und Schluchten einzuschneiden und so »die schönen Formen des Antlitzes auszumeißeln, dessen Anblick uns so oft . . . mit Bewunderung und Entzücken erfüllt«. So gelangen wir zum vollen Verständnis des Endresultates, daß »das Siebengebirge also nur eine gewissermaßen aus den derben Grundmauern bestehende Ruine eines früher sehr viel höheren und mächtigeren Baues ist, dessen einstige Gestaltung und Bauweise kaum aus den noch erhaltenen Trümmern wieder zu einem klaren Bilde zusammengefügt werden kann«.

Verf. hatte bei seinem Vortrage unzweifelhaft eine Spezialkarte des betreffenden Gebietes zur Hand. Seine Leser wären gewiß alle für die Beigabe einer wenn auch nur skizzenhaften Kopie derselben sehr

dankbar gewesen, ohne die manche Stellen des meisterhaften Gemäldes notwendig etwas dunkel bleiben müssen. Auch hätten sich von den wissenschaftlichen und technischen Termini wohl viele in allgemein verständliches Deutsch übersetzen lassen.

Was Nr. 2 betrifft, so muß Ref. leider gestehen, daß ihm nicht klar geworden ist, weder was Verf. unter Philosophie verstanden wissen will, noch welches ihre Bedeutung für die Erfahrungswissenschaften sein soll. Alles, was nicht unmittelbarste sinnliche Erfahrung ist, wird als übersinnlich bezeichnet und mit »metaphysisch« gleichgesetzt, und nachdem gezeigt worden, »daß alle prinzipiellen Begriffe, deren die Naturwissenschaft sich als Erklärungshypothesen bedient, unvollziehbare Widersprüche sind und bleiben, so lange und so weit sie sinnlich aufgefaßt werden« (vergl. z. B. den Atom- oder den Kraftbegriff), folgt die Behauptung: »und sie werden erst dann wahre und im Denken vollziehbare Begriffe, wenn sie als Bestandteile einer Erfahrung des Geistes behandelt werden.« Wie das eigentlich anzufangen sei, erfahren wir nicht genau; es heißt bloß S. 12, daß die Philosophie »in geistiger Fassung ausspreche, was die Naturwissenschaft sinnlich vorstellt«, indem sie »im Gegensatz zu der sinnlich vorgestellten Realität diskreter Dinge eine übersinnliche Realität« aufstellt, ein »einheitliches Weltprinzip«, das »selbst ein Individuum (ἄτομον) höchster Ordnung«, d. h. »der Geist« sein muß. Dieser Geist, der weiterhin als »der freie Schöpfer der Ideale«, als »die Welt der Werte« (nach Lotze) erläutert wird, ist dann erst die »wahre Wirklichkeit«, »die nur erfahren, d. i. von einem zur Wirklichkeit seiner selbst gelangten Denken erkannt werden kann« (S. 15). — Wir überlassen es dem geneigten Leser, sich hiernach eine Vorstellung von Inhalt, Methode und Ziel einer solchen Philosophie zu bilden, und gestatten uns nur die eine Frage: Soll etwa dieser sich selbst erfahrende Geist, diese übersinnliche Realität jener »im Denken vollziehbare Begriff« sein, in welchem die Widersprüche der sinnlich gefaßten Begriffe sich lösen, durch welchen diese erst erklärt werden? Überzeugender als durch seine eigenen krausen Wendungen hätte Verf. unseres Erachtens kaum beweisen können, daß alles Reden über die letzten Dinge eitel ist, daß alle Erfahrung, auch auf geistigem Gebiet, nicht über die Feststellung von unveränderlichen Beziehungen, d. h. von Gesetzen, hinauszugelangen vermag, deren absoluter Urgrund unserem auf das Relative beschränkten Erkennen stets unerforschlich bleiben wird. Wir sehen in der hier mit großer Wärme angepriesenen Philosophie nur abermals ein Beispiel jener »Gottlosigkeit der Gottesfürchtigen«, die Herbert Spencer (in den »Grundlagen der Philosophie«) so schön und treffend gezeichnet hat — jener priesterlichen Anmaßung, die mit lauter Stimme von einem großen heiligen Mysterium predigt, im gleichen Atemzuge aber versichert, daß sie und eben nur sie eines Blickes hinter den Schleier gewürdigt worden und im Besitze des Schlüssels zum Weltgeheimnis sei.

Nr. 3 und 5 sind beide durch die neue deutsche Kolonialpolitik veranlaßt, haben aber deshalb keineswegs nur den Wert bloßer Gelegenheitsschriften. In der ersteren gibt unser geschätzter Mitarbeiter Dr. W. Breitenbach eine eingehende Schilderung der Verhältnisse in derjenigen Provinz

des großen südamerikanischen Kaiserreiches, welche nach Lage, Klima, Bodenbeschaffenheit und Bevölkerung — von ihren 600 000 Einwohnern sind beinahe 1/5 Deutsche — am ehesten geeignet erscheint, einen wesentlichen Teil des mit Notwendigkeit nach außen überquellenden Überschusses unserer heimischen Bevölkerung aufzunehmen, und welche daher schon mehrfach als passendes Ziel für eine zu organisierende Massenauswanderung empfohlen worden ist. Verf. hat, wie unsere Leser aus seinen früheren Beiträgen im Kosmos ersehen haben werden, jene Provinz während eines mehrjährigen Aufenthaltes daselbst gründlich kennen gelernt und zwar, was hier besonders ins Gewicht fällt, ohne dabei irgend ein persönliches Interesse zu haben. Er weist nun überzeugend nach, daß und aus welchen Gründen eine solche Masseneinwanderung gegenwärtig wenigstens gar nicht am Platze wäre. Auf die interessanten Einzelheiten können wir hier natürlich nicht eingehen; es sei nur hervorgehoben, daß unter den ein rasches Aufblühen und eine erhebliche Vermehrung der dortigen Kolonien hemmenden Faktoren leider die Erbärmlichkeit und Verkehrtheit der brasilianischen Verwaltung sowie der Mangel eines geschlossenen und selbständigen Vorgehens von seiten der bereits ansässigen Deutschen vor allem in Betracht kommen — zwei Dinge, die sich in absehbarer Zeit kaum wesentlich ändern werden. Dagegen verspricht, wie Verf. am Schlusse entwickelt, eine mäßige Einwanderung, ganz besonders wenn sie seinem Plane gemäß durch eine eigene Kolonisationsgesellschaft geleitet wird, die schönsten Erfolge.

Nr. 5 schildert in knappen Zügen und bequemer Übersichtlichkeit ein epochemachendes Stück Geschichte, das wir soeben erst selber miterlebt haben — jenen gewaltigen Fortschritt in den wirtschaftlichen und politischen Beziehungen der zivilisierten Staaten zu einander und zu den noch von unabhängigen wilden Völkern besetzten Gebieten der Erde, den Bismarck's Initiative durch die »afrikanische« Konferenz zuwege gebracht hat. Der Bericht stützt sich auf genaues Studium der Akten und der amtlichen Veröffentlichungen über die einschlägigen Fragen; Verf. erörtert aber außerdem auch die ganze sehr lehrreiche Vorgeschichte der Entdeckung und Erschließung des Congobeckens sowie die verschiedenartigen Interessen, deren Widerstreit durch die Konferenz geschlichtet wurde, und folgt Schritt für Schritt dem Gange der Verhandlungen, so daß der Leser in der That nach jeder Richtung über die Entstehung und Bedeutung dieser merkwürdigen Übereinkunft orientiert wird. Dabei bewahrt sich Verf. stets ein kühles und ruhiges Urteil, wie er denn auch die vielfältigen Mängel, Schwächen und lahmen Kompromisse des Konferenzwerkes keineswegs zu bemänteln sucht; aber mit Recht anerkennt er daran wenigstens das Bestreben der Großmächte, das junge Staatengebilde am Congo davor zu schützen, daß es in ihre internen Streitigkeiten und Eifersüchteleien hereingezogen werde, und das erstmalige feierliche Bekenntnis derselben, daß die Kulturvölker solidarisch für eine menschenwürdige Behandlung der Eingebornen und gebührende Schonung ihrer Rechte verantwortlich sind. Freilich — wie viel bleibt noch zu wünschen übrig! Denn klingt es nicht wie Hohn, wenn die Voraussetzung ausgesprochen wird, daß Gebietserwerbungen nur durch

richtigen Kauf und unter freier Einwilligung der Verkäufer vollzogen werden dürften — nachdem jedermann weiß, wie solche Käufe zu stande kommen und daß sie im Grunde stets auf eine schamlose Übervorteilung der Schwarzen hinauslaufen, die für eine Handvoll Pulver ganze Quadratmeilen des besten Landes dahingeben, weil sie eben noch gar keine Idee von Privateigentum an Grund und Boden haben! Und was anders als der schmählichste Eigennutz hat es durchzusetzen vermocht, daß schließlich trotz langen Hin- und Herredens und eindringlicher Warnungen von mehreren Seiten nicht ein Wort der Beschränkung des verderblichen Branntweinhandels in die Generalakte aufgenommen wurde? Doch dies darf uns nicht hindern, das in Berlin Erreichte als große Errungenschaft zu begrüßen, über deren Inhalt sich genauer zu unterrichten, niemand versäumen sollte.

Endlich sei auch Nr. 4 unseren Lesern bestens empfohlen. Wie sich längs der Alpenkette die Völker deutscher und romanischer Zunge gegen einander verschoben und teilweise durchdrungen haben, wie sich die heutigen ethnographischen Verhältnisse aus der Geschichte erklären lassen, sind Fragen, auf welche in erster Linie eine genaue Untersuchung der Sprachgrenze und der etwaigen »Relikten« auf fremdem Gebiet Antwort zu geben vermag. Nachdem Prof. Neumann die erstere von Freiburg in der Schweiz bis Pontebba an der Fellabahn in Kärnten verfolgt, macht er uns eingehend mit den interessanten deutschen Sprachinseln südlich vom Monte Rosa, im Tessin, in Graubünden und besonders mit den verwickelten Verhältnissen in Welschtirol bekannt, wo ja so manche Seitenthäler der Flüsse des venezianischen Gebietes in ihren obersten Abschnitten noch eine deutschredende Bevölkerung aufweisen. Einige derselben, wie die Thäler des Nonsberg, scheinen in der That seit der Völkerwanderung ihre gotische Bewohnerschaft beinah unverändert und unvermindert bewahrt zu haben, die meisten andern aber unterliegen der fortschreitenden Italianisierung mit zunehmender Schnelligkeit. Es berührt eigentümlich, zu hören, daß im 15. Jahrhundert noch das ganze Südtirol und ein großer Teil von Venetien bis Verona und Padua hinab deutsch war, daß Trient, heute der Sitz der heftigsten Italianissimi, vor hundert Jahren noch deutsche Zünfte hatte und sein Adel deutsche Prädikate führte, während gegenwärtig in ganz Venetien nur etwa 4000, in Südtirol 7000 Deutsche in vereinzelten Gemeinden wohnen! Möge dieses treffliche Schriftchen, dessen Darlegungen durch die beigegebene Kartenskizze angenehm veranschaulicht werden, das seinige dazu beitragen, daß jenen äußersten tapferen Vorposten deutscher Sprache und Gesinnung, die ja auch für die Ethnographie und Geschichte von Wichtigkeit sind, wirksame Unterstützung gebracht wird, ehe es zu spät ist.

B. V.

The Sagacity and Morality of Plants. A Sketch of the Life and Conduct of the vegetable Kingdom. By J. E. Taylor, Ph. D., F. L. S., F. G. S. etc. London. Chatto and Windus 1884.

Das kleine anziehende Werk ist für den weiten Kreis der nichtfachmännisch gebildeten Naturfreunde geschrieben. Dem Naturforscher

bringt es schwerlich etwas Neues. Einen beträchtlichen Teil seines Inhaltes verdankt es deutschen Quellen. So sind z. B. die beiden Kapitel »Blumen-Diplomatie« aus Hermann Müller's »Befruchtung der Blumen durch Insekten« hervorgegangen. — Taylor stützt sich auf den Satz, daß die meisten Lebensäußerungen der Pflanzen, falls sie von Menschen ausgingen, unfehlbar als »gut« oder »böse« gebilligt oder getadelt werden würden. »Es gibt kaum eine menschliche Tugend, kaum ein Laster, die nicht im Pflanzenreich ihr Gegenstück finden«, sagt er. Diese Beobachtung veranlaßte ihn zu dem eigentümlichen Titel »Der Scharfsinn und die Moralität der Pflanzen«. Derselbe ist selbstverständlich nur bildlich zu nehmen. Dem Verfasser kommt es nicht in den Sinn, Bäumen, Kräutern und Stauden bewußtes Handeln zuzuschreiben. Im Rahmen dieser Einschränkung aber findet er, die neuesten Studien namhafter Botaniker zu Rate ziehend, ein fruchtbares Gebiet für die Belehrung desjenigen Teiles der Laienwelt, der einen offenen Sinn für die mannigfaltigen Vorgänge in der Natur besitzt und doch selten oder nie Gelegenheit hat, an der Hand eines sachverständigen, mit allen neuen Entdeckungen vertrauten Führers einen Blick in das gigantische Arbeitshaus, in die von rastlos pulsierendem Streben erfüllte und doch durch kein Lärmen und Toben sich kundgebende Werkstätte der Vegetation zu thun. Er gibt ihnen Auskunft über die staunenswerte Anpassungsfähigkeit der Organisation und der Struktur der Pflanzen an die äußern Verhältnisse. Er lehrt sie einen Unterschied zwischen arbeitstüchtigen und arbeitsunfähigen, rechtschaffenen und diebischen, wehrkräftigen und hilfsbedürftigen Pflanzen zu machen. Er stellt die klimatischen Neigungen und Abneigungen der Gewächse, ihre Sparsamkeit und ihre Verschwendung, ihre Fürsorge für die Nachkommenschaft und ihr Bemühen, sich durch festen Zusammenhalt für ihre Ziele und Zwecke zu stärken, in das rechte Licht. Zum Schluß erzählt er seinen Lesern von ihren unablässigen Wanderungen, dem Auftauchen und dem Erlöschen ihrer Spezies, die dem Antlitz unserer Erde zu verschiedenen Zeitaltern einen charakteristischen Ausdruck gaben und dasselbe heute noch fortdauernd in bedeutsamer Weise verändern. — In guter deutscher Übersetzung würde das anschaulich geschriebene Werk ein treffliches Buch für den Weihnachtstisch ergeben.

Berichtigung.

In dem Aufsatze von Fritz Müller, „Das Ende des Blütenstandes und die Endblume von Hedychium“, Kosmos 1885, I. Bd., bitten wir S. 424, Z. 23 von oben folgenden Druckfehler zu korrigieren: „Dabei steht in der Regel die erste Blume“, statt „die rechte Blume“.

Ausgegeben den 15. Oktober 1885.

Die Zwitterbildung im Tierreiche.

Von

Fritz Müller (Blumenau, Brasilien).

I. Bedenken gegen die herrschende Ansicht.

Einen ersten Angriff haben die über Zwitterbildung herrschenden Ansichten bereits vor vierzig Jahren erfahren und zwar durch keinen Geringeren als den berühmten dänischen Naturforscher Steenstrup [1]. »Hätte«, sagt er, »das Geschlecht eines Tieres wirklich seinen Sitz allein in den Geschlechtswerkzeugen, so könnte man sich wohl zwei Geschlechter in einem Tiere vereinigt denken. Allein das Geschlecht ist nicht etwas, das seinen Sitz an einer gegebenen Stelle hat, das sich nur durch ein bestimmtes Werkzeug äußert; es wirkt durch das ganze Wesen, es hat sich entwickelt in jedem Punkte desselben. In einem männlichen Geschöpfe ist jeder, auch der kleinste Teil männlich, mag er auch noch so sehr dem entsprechenden Teile eines weiblichen Geschöpfes gleichen, und in diesem ist gleicherweise auch der kleinste Teil nur weiblich. Eine Vereinigung beider Geschlechtswerkzeuge in einem Geschöpfe wird dasselbe also erst dann zweigeschlechtig machen, wenn beider Geschlechter Naturen durch den ganzen Körper herrschen und sich in jedem einzelnen Punkte geltend machen können, — etwas, was infolge des Gegensatzes beider Geschlechter nur als gegenseitiges Aufheben, als ein Verschwinden aller Geschlechtlichkeit in einem solchen Geschöpfe sich äußern kann . . . . Je männlicher das Männliche, je weiblicher das Weibliche hervortritt, je kräftiger jeder Gegensatz ist, desto kräftiger geht Fortpflanzung und Entwickelung vor sich. Wie leicht der geschlechtliche Gegensatz geschwächt werden kann, und infolge davon die freudige und kräftige Fortpflanzung gehindert wird, dafür können all die Tiere, die wir mehr oder minder zu unseren Hausgenossen gemacht haben, Säugetiere wie Vögel, zahlreiche Beispiele abgeben; denn deren Geschichte hat uns genugsam gezeigt, daß zur Erzeugung fruchtbarer und kräftiger Nachkommen Kreuzung von Einzelwesen verschiedenen Blutes und Samens erforderlich ist. Aber scheint die bei so manchen Tieren gemachte Erfahrung und die darauf gegründete Behandlung es außer allen Zweifel zu stellen, daß der geschlechtliche Gegensatz zwischen den Zeugungsstoffen schon etwas geschwächt wird bei Wesen, die in näherer Blutsverwandtschaft stehen, so

[1] Steenstrup, Undersögelser over Hermaphroditismens Tilværelse i Naturen. Kjöbenhavn 1845.

scheint eine weit größere Schwächung oder gar ein völliges Schwinden des geschlechtlichen Gegensatzes eintreten zu müssen zwischen den Zeugungsstoffen, die von und in einem und demselben Tiere abgesondert werden.« (a. a. O. S. 8.)

Diese und ähnliche physiologische, sowie andere morphologische Betrachtungen, auf die ich später zurückkommen werde, hatten in Steenstrup Zweifel erweckt, ob denn überhaupt Zwitterschaft im Tierreiche wirklich vorkomme, und ihn veranlaßt, die damals allgemein als Zwitter geltenden Tiere einer erneuten Prüfung zu unterwerfen. Durch das Ergebnis dieser Prüfung hielt er sich zu der Behauptung berechtigt, daß es überhaupt keine Zwitter gebe. Die ganze Lehre vom Hermaphroditismus erklärte er (a. a. O. S. 85) als einen bloßen Notbehelf (»Nödhjœlp«) der Wissenschaft für gewisse Fortpflanzungsverhältnisse, die sie noch nicht in der rechten Weise zu erklären gewußt habe.

Steenstrup dürfte durch seine Deutung der Geschlechtsverhältnisse der Blutegel, Lungenschnecken u. s. w., so scharfsinnig sie auch war, kaum andere mit dem Baue dieser Tiere vertraute Forscher von dem Nichtvorhandensein der Zwitterbildung bei denselben überzeugt haben und hat wohl selbst seine damalige Auffassung derselben längst aufgegeben. Darin aber, meine ich, hatte er vollkommen recht, daß er die Zwitterschaft als etwas dem ursprünglichen Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung schnurstracks Zuwiderlaufendes ansah, und wenn nicht die Lehre vom Hermaphroditismus, so darf man wohl den Hermaphroditismus selbst als einen Notbehelf bezeichnen, als ein Auskunftsmittel, durch welches gewisse Tiere den für sie bestehenden Schwierigkeiten einer Kreuzung verschiedener Einzelwesen und den damit verbundenen Gefahren für den Fortbestand der Art entgingen.

Noch heute dürften Steenstrup's vor vierzig Jahren niedergeschriebene allgemeinere Betrachtungen denen zu ernster Erwägung zu empfehlen sein, die in schroffem Gegensatz zu ihm in der Zwitterbildung die einfachste und ursprünglichste Weise der geschlechtlichen Fortpflanzung sehen wollen. Es ist dies, soviel ich weiß, die fast einstimmige Meinung der Zoologen; sie erscheint ihnen so selbstverständlich, daß sie sich kaum bemüht haben, andere Beweise dafür zu geben als, um mich der Worte Steenstrup's (a. a. O. S. 9) zu bedienen, »den Gemeinplatz (»det Sœdvanlige«), den man bei so vielen Gelegenheiten angeführt und fast ebenso oft mißverstanden hat, daß die Natur in einem beständigen Fortschritte vom Einfachen zum Zusammengesetzten, vom Niederen zum Höheren sei, — oder, wie es in diesem Falle lautet, vom Indifferenten, Geschlechtslosen zum Geschlechtlichen, von dem nur zwischen Zeugungsstoffen und Geschlechtswerkzeugen desselben Tieres stattfindenden geschlechtlichen Gegensatze zu dem zwischen den sich fortpflanzenden Wesen selbst.«

Doch es wird gut sein, ehe ich meinen Bedenken gegen diese Auffassung, der ich mich nie habe befreunden können[1], Worte leihe, einige der hervorragendsten Vertreter derselben zu hören.

---

[1] Vergl. Hermann Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. 1873, S. 444 Anm. und Kosmos Bd. I, 1877, S. 509.

1870 sagt Gegenbaur[1]: »Das Verhalten der eier- und samenbereitenden Organe zu einander zeigt sich sehr verschiedenartig und muß gleichfalls vom Standpunkte der Differenzierung aus beurteilt werden. Wir sehen nämlich, daß in den unteren Abteilungen beiderlei Organe miteinander vereinigt sind . . . . Mit einer Verteilung von beiderlei Organen auf verschiedene Individuen vollendet sich die geschlechtliche Differenzierung . . . . Wenn der hermaphroditische Zustand als der niedere anzusehen ist, so wird die geschlechtliche Trennung von ihm aus abzuleiten sein. Diese Änderung erfolgt durch Verkümmerung des einen oder des anderen Apparates, so daß Zwitterbildung für die Trennung der Geschlechter die Unterlage abgibt. Diese Differenzierung durch einseitige Rückbildung muß für die verschiedenen Ausbildungszustände statuiert werden, so daß sie nicht bloß für an sich niederstehende Organe auftritt. Die Entwickelung zeigt nämlich, daß auch an sehr hoch sich ausbildenden Apparaten eine primitive Vereinigung der Geschlechtsorgane existiert und daß das Individuum auf einem gewissen Entwickelungsstadium hermaphroditische Bildung darstellt.«

1874 spricht Häckel[2] von der »hochwichtigen Erkenntnis, daß das älteste und ursprünglichste Geschlechtsverhältnis die Zwitterbildung war und daß aus dieser erst sekundär (durch Arbeitsteilung) die Geschlechtstrennung hervorging. Die Zwitterbildung ist bei den niederen Tieren der verschiedensten Gruppen vorherrschend; . . . . auch alle älteren wirbellosen Vorfahren des Menschen, von den Gastraeaden bis zu den Chordoniern aufwärts, werden Zwitter gewesen sein. Ein hochwichtiges Zeugnis dafür liefert die merkwürdige, erst vor wenigen Jahren durch Waldeyer's Untersuchungen festgestellte Thatsache, daß auch bei den Wirbeltieren, beim Menschen ebenso wie bei den übrigen Vertebraten, die ursprüngliche Anlage der Geschlechtsorgane hermaphroditisch ist.«

Derselben Auffassung begegnen wir 1880 bei Claus[3]: »Die einfachste und ursprünglichste Form des Auftretens von Geschlechtsorganen ist die hermaphroditische . . . . Wir finden den Hermaphroditismus in allen Tierkreisen, besonders verbreitet aber in den niederen, und zwar erscheinen vorzugsweise langsam bewegliche (Landschnecken, Würmer), oder vereinzelt vorkommende (Eingeweidewürmer) oder gar festgeheftete, der freien Ortsveränderung entbehrende Tiere (Cirripedien, Tunicaten, Austern) hermaphroditisch. Der Hermaphroditismus geht bei einseitiger Ausbildung der einen Form von Geschlechtsorganen unter gleichzeitiger Verkümmerung der anderen in die Trennung der Geschlechter über (*Distomum filicolle* und *haematobium*), bei welcher nicht selten Spuren einer hermaphroditischen Anlage zurückbleiben, wie solche auch noch wenigstens für die Ausführungsgänge der höchsten Tiere (Säugetiere) nachweisbar sind. Mit der Trennung der männlichen und weiblichen Geschlechtsteile auf verschiedene Individuen ist die vollkommenste

[1] Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. 1870, S. 66.
[2] Häckel, Anthropogenie. 1874, S. 657.
[3] Claus, Grundzüge der Zoologie. 4. Aufl. 1880, S. 46.

Stufe der geschlechtlichen Fortpflanzung auf dem Wege der Arbeitsteilung erreicht.«

Gewiß erreicht das geschlechtliche Leben seine höchste Vollendung unter den Tieren mit getrenntem Geschlechte, und in diesem Sinne mag man wohl sagen, die Getrenntgeschlechtlichkeit sei für die Tiere »die vollkommenste Stufe der geschlechtlichen Fortpflanzung«; man mag auch einräumen, daß Zwitterbildung »bei den niederen Tieren der verschiedensten Gruppen vorherrsche«. Aber ist deshalb von dem niederen und bei niederen Tieren vorherrschenden Zustande der Zwitterschaft die geschlechtliche Trennung höher stehender Tiere abzuleiten, muß deshalb »Zwitterbildung für die Trennung der Geschlechter die Unterlage« abgeben?

Gewiß stellt freies, selbständiges Leben eine höhere Stufe des Lebens dar als Seßhaftigkeit und Schmarotzertum und unter den niederen Tieren der verschiedensten Gruppen sind festsitzende Tiere sowie an oder in anderen Tieren lebende Schmarotzer überaus häufig. Aber ist deshalb aus dem seßhaften oder schmarotzenden Leben niederer das freie, selbständige Leben höherer Tiere abzuleiten, muß deshalb jenes für dieses die Unterlage abgeben?

Die eine Folgerung scheint mir so berechtigt zu sein wie die andere. Das Vorkommen der Zwitterbildung gerade unter den niederen Tieren der verschiedensten Gruppen würde als Stütze für die Ursprünglichkeit der Zwitterschaft nur dann dienen können, wenn niedere Formen immer die ursprünglicheren wären, wenn die Entwickelung der Lebewelt stets schnurstracks und unentwegt aufwärts ginge. Das ist bekanntlich nicht der Fall; ja nicht selten sind gerade die allerniedersten Tiere einer Gruppe die der Urform am allerfernsten stehenden, wie die berühmte Binnenschnecke (*Entoconcha*) der Synapten und die nicht minder seltsamen Wurzelkrebse, deren wunderbare Entwickelung zu enträtseln erst vor kurzem Yves Delage's eiserner Beharrlichkeit gelungen ist. Für die Frage, ob Zwitterschaft oder Trennung der Geschlechter das Ursprüngliche sei, ist es vollkommen gleichgültig, ob die Zwittertiere zu den niederen, es kann einzig in Betracht kommen, ob sie zu den ursprünglicheren Formen ihrer Gruppen gehören. Halten wir von diesem Gesichtspunkte aus Umschau unter denselben.

Unter den Wirbeltieren kennt man nur einige wenige Arten von Fischen (*Serranus*, *Chrysophrys*) als Zwitter; diese aber gehören nicht etwa zu den uralten Ganoiden oder Selachiern, sondern zu den Knochenfischen und zwar hier wieder nicht zu der älteren Abteilung mit offener, sondern zu der jüngeren mit geschlossener Schwimmblase.

Die Manteltiere (Tunicaten) sind sämtlich Zwitter, ebenso die meisten der fast stets freier Ortsbewegung entbehrenden Moostierchen (Bryozoen), während die Armfüßler (Brachiopoden), die schon unter den ältesten Versteinerungen sich finden, meist getrennten Geschlechts zu sein scheinen. Über die verwandtschaftlichen Beziehungen der beiden letzten Gruppen weiß man nichts; die Manteltiere scheinen mit den Wirbeltieren in naher Beziehung zu stehen und werden von Anton Dohrn als herabgekommene, entartete Nachkommen von Fischen betrachtet.

Von den Weichtieren sind die Kopffüßler sämtlich getrennten Geschlechts, die Flossenfüßler sämtlich Zwitter, während unter Schnecken und Muscheln sowohl Zwitter als getrenntgeschlechtliche Arten vorkommen. Die Stammesgeschichte gerade dieser beiden Gruppen liegt noch so im argen, daß kaum zu sagen ist, ob unter den älteren oder jüngeren Formen die eine oder die andere Weise der Geschlechtsverteilung vorherrsche. Doch verdient es erwähnt zu werden, daß die große Mehrzahl der Land- und Süßwasserschnecken Zwitter sind, während das Umgekehrte für die Schnecken des Meeres gilt.

Insekten und Tausendfüße sind getrennten Geschlechts, ebenso die Arachniden, mit Ausnahme der zwitterigen Faultierchen (Tardigraden), die weit mehr den Eindruck verkommener als ursprünglicher, auf niederer Stufe stehen gebliebener Geschöpfe machen.

In der vielgestaltigen Klasse der Kruster treffen wir Zwitter nur unter schmarotzenden oder festsitzenden Arten. Für einige Fischasseln (Cymothoiden) haben Bullar und Paul Mayer nachgewiesen, daß jedes Tier in seiner Jugend männlich, im Alter weiblich ist, und dasselbe Verhalten hat Kossmann kürzlich für die hauptsächlich an Rankenfüßern und Wurzelkrebsen schmarotzenden Cryptonisciden wahrscheinlich zu machen gesucht. Wenn irgendwo, so liegt es für diese zwitterigen Asseln auf der Hand, daß ihre Zwitterschaft nicht eine von fernen Ahnen ererbte, sondern eine erst in sehr neuer Zeit erworbene Eigentümlichkeit ist: denn in ersterem Falle müßten ja nicht nur die gemeinsamen Urahnen aller Kruster, es müßten auch noch die der höheren Krebse (*Malacostraca*), die der Asseln, ja noch die der Fischasseln, wie der Bopyriden Zwitter gewesen sein! — Während unter den Asseln Zwitterschaft nur als seltene Ausnahme auftritt, herrscht dieselbe fast allgemein bei den Rankenfüßern und, soviel bekannt, ganz allgemein bei den von diesen abzuleitenden Wurzelkrebsen. Diese Wurzelkrebse, eierstrotzende Schläuche, ohne Gliederung und Gliedmaßen, ohne Augen, ohne Mund und Darm, pflanzenartig durch im Leibe von Krabben und Krebsen sich verzweigende Wurzeln sich ernährend, wird kaum jemand, obwohl sie die niedersten aller Kruster sind, als deren Urform besonders nahestehend ansehen wollen. Aber auch die festsitzenden Rankenfüßer entfernen sich in rückschreitender Umwandlung mehr als irgend eine andere Gruppe von der Urform der Kruster, so daß selbst ein Cuvier sie den Mollusken einreihen und noch 1840 Milne Edwards sie von den Krustern ausschließen konnte. — Unter den gestielten Rankenfüßern oder Entenmuscheln (Lepadiden) finden sich einige Gattungen (*Ibla*, *Scalpellum*), bei denen ein Teil der Arten zwitterig, der andere getrenntgeschlechtlich ist; trotz der Zwitterschaft kommen auch bei ersteren wie bei letzteren zwerghafte, schmarotzerartig an dem Zwittertier oder dem Weibchen festsitzende Männchen vor, die von Darwin entdeckt wurden und deren Bedeutung er in einer überaus fesselnden und überzeugenden Erörterung nachwies. Er nannte die Männchen der Zwittertiere Hilfsmännchen (»complemental males«). Eben solche zwerghafte Hilfsmännchen, und zwar von cyprisähnlicher Gestalt, wurden bei den Wurzelkrebsen schon vor mehr als zwanzig Jahren gefunden und als Männchen erkannt, aber unbeachtet gelassen oder geleugnet, bis

Yves Delage vor kurzem ihr regelmäßiges Vorkommen bestätigte. Wie ich selbst schon seit lange[1] diese Hilfsmännchen als letzten Rest der früheren Getrenntgeschlechtlichkeit der Rankenfüßer ansah, so spricht sich auch Yves Delage dahin aus[2], daß bei *Sacculina* und wahrscheinlich bei allen zwitterigen Krustern Trennung der Geschlechter der ursprüngliche Zustand sei in der ontogenetischen und der phylogenetischen Entwickelung.

Wir kommen zu dem Kreise der Würmer, dessen einzige bezeichnende Eigentümlichkeit die ist, keine einzige bezeichnende Eigentümlichkeit zu besitzen, diesem Augiasstalle, in den man alles wirft, was nirgends anderswo Platz findet. Die Band- und Saugwürmer, die man als die niedersten Würmer zu betrachten pflegt, deren höchst verwickelte, meist mit Wanderungen durch verschiedene Tiere verknüpfte, die mannigfaltigsten Zwischenformen durchlaufende Jugendgeschichte jedoch beweist, daß sie nichts weniger als ursprüngliche Formen darstellen, sind fast ausnahmslos Zwitter; nur wenige Distomeen (*Distomum filicolle, haematobium*) haben getrenntes Geschlecht, welches selbstverständlich in diesem Falle als neuer Erwerb, als aus der Zwitterbildung naher Vorfahren hervorgegangen anzusehen ist. Dasselbe dürfte für die vereinzelten getrenntgeschlechtlichen Strudelwürmer (*Convoluta* u. s. w.) gelten, welche Gruppe sonst, mit Ausnahme der Familie der Mikrostomeen, Zwitterbildung zeigt. Die Stellung dieser Familie scheint mir noch zweifelhaft; gehören diese getrenntgeschlechtlichen Mikrostomeen wirklich zu den Rhabdocölen und nicht vielmehr, wie Max Schultze wollte, zu den Schnurwürmern (Nemertinen), so stellen sie jedenfalls nicht das Endglied in der Entwickelungsreihe der Strudelwürmer vor, sondern weit eher eine Urform, von der Strudelwürmer und Schnurwürmer nach verschiedenen Richtungen sich abgezweigt haben. Die Schnurwürmer sind fast durchweg getrennten Geschlechts; die wenigen zwitterigen Borlasien haben keinerlei Anspruch, als besonders ursprüngliche Formen zu gelten. Wie die Schnurwürmer sind auch die Rundwürmer getrennten Geschlechts; eine höchst beachtenswerte Ausnahme macht *Ascaris nigrovenosa,* bei welcher zwei verschiedene geschlechtliche Generationen miteinander wechseln; die eine lebt schmarotzend in der Lunge der Frösche und ist zwitterig, die andere (also die Kinder der Zwitter) lebt frei in feuchter Erde oder schlammigem Wasser und ist getrennten Geschlechts; ihre Kinder sind dann wieder schmarotzende Zwitter.

Rädertiere und Sternwürmer (Gephyreen) sind getrennten Geschlechts; man kennt für beide keine zwitterige Urform, von der sie sich ableiten ließen. Endlich »im Kreise der Anneliden (Ringelwürmer) stehen sich die beiden Hauptabteilungen der freilebenden Chätopoden (Borstenwürmer) und der an Parasitismus angepaßten Hirudineen (Blutegel) gegenüber. Letztere sind nicht etwa als Gliederwürmer einer niederen Organisationsstufe zu betrachten, vertreten vielmehr wenigstens in einigen Organisationssystemen, wie Darm, Zirkulationsapparat und Geschlechtsorganen

[1] H. Müller, Befruchtung der Blumen durch Insekten. S. 444.
[2] Archives de Zool. exp. et gén. 2e Série. Tom. II, 1884, pag. 704.

komplizierte Gestaltungsverhältnisse, welche am nächsten mit den Oligochäten (Regenwürmern u. s. w.), von denen die Hirudineen abzuleiten sein dürften, übereinstimmen.« (Claus, a. a. O. S. 458.) — Nur die Blutegel sind Zwitter, ebenso unter den Borstenwürmern die mit äußerst wenigen Ausnahmen in der Erde oder in süßem Wasser lebenden Oligochäten (Regenwürmer, Naiden), während die ausschließlich dem Meere angehörigen Polychäten fast ausnahmslos getrennten Geschlechtes sind; selbstverständlich können die getrenntgeschlechtlichen Meeresbewohner nicht von ihren im süßen Wasser oder in der Erde lebenden zwitterigen Verwandten abgeleitet werden. Unter den freilebenden Polychäten ist kaum eine zwitterige Art einer hochstehenden Gattung (*Nereis massiliensis*) bekannt geworden. Dagegen kennt man mehrere Zwitter unter den in festsitzenden Kalkröhren hausenden Serpuliden (aus den Gattungen *Protula*, *Spirorbis* u. s. w.); diese Lebensweise beweist ebenso wie der Bau der Serpuliden, bei denen schärfer als bei irgend welchen freilebenden Ringelwürmern eine »heteronome« Gliederung des Leibes ausgeprägt ist, daß man in ihnen nicht der Urform besonders nahestehende Tiere suchen darf. Eine solche der gemeinsamen Stammgruppe der Ringelwürmer nächststehende Wurmform dürfte man eher mit Hatschek in der merkwürdigen Gattung *Polygordius* erblicken; leider bietet sie für die vorliegende Frage keinen Anhalt, da ihre Arten teils Zwitter, teils getrennten Geschlechtes sind.

Es bleibt uns noch die in bezug auf ihre Geschlechtsverhältnisse merkwürdigste und lehrreichste aller Wurmgattungen, *Myzostoma*. Man hat diese an Haarsternen (*Comatula*) schmarotzenden Tiere bei den Saugwürmern, den Tardigraden, den Borstenwürmern, den Blutegeln, den Krustern herumgeworfen; nun werden sie wohl endlich an der ihnen durch die neueste Arbeit von John Beard angewiesenen Stelle unter den Borstenwürmern Ruhe finden. Unter den zahlreichen Arten dieser seltsamen Schmarotzer finden sich nun 1) solche mit vollkommen getrenntem Geschlechte; — 2) getrenntgeschlechtliche Arten mit Spuren von Zwitterbildung; — 3) Zwitter mit Männchen (wie bei *Ibla*, *Scalpellum* und den Wurzelkrebsen), endlich 4) Zwitter ohne Männchen. Nach einer meisterhaften, echt Darwin'schen Geist atmenden Erörterung, die auch die geschlechtlichen Verhältnisse anderer Tiere berücksichtigt, kommt John Beard zu dem Schlusse, daß in der eben gegebenen Reihenfolge die Geschlechtsverhältnisse der verschiedenen Arten auseinander hervorgegangen seien und daß — »Hermaphroditism, probably all hermaphroditism had its origin in a unisexual condition«[1] (Zwitterbildung, wahrscheinlich jede Zwitterbildung, hatte ihren Ursprung in einem eingeschlechtlichen Zustande).

Unter den Stachelhäutern (Echinodermen) sind Crinoiden, Seesterne, Seeigel und Seewalzen (Holothurien) getrennten Geschlechtes und nur die niedersten von allen, die wurmähnlich im Boden wühlenden Synapten sind Zwitter. Aber wie man nun auch über die Herkunft und den strahligen Bau der Stachelhäuter denken möge, ob man sie mit

[1] Mitteilungen aus der zool. Stat. zu Neapel. Bd. V, 1884, S. 578.

Häckel als Wurmstöcke betrachte oder mit Claus die strahlige Gestaltung mittels asymmetrischer Wachstumserscheinungen« (? F. M.) allmählich entstehen lasse, nachdem die bilateralen freischwimmenden Ahnen sich mit der Rückenseite festgesetzt hatten — in den Synapten wird niemand etwas anderes als eine gewaltig herabgekommene Gruppe sehen wollen, die mehr als alle anderen sich von dem Urstachelhäuter entfernt hat und der meisten von dessen bezeichnendsten Eigentümlichkeiten, der Ambulacralfüßchen, des kalkigen Hautpanzers, der strahligen Anordnung der Geschlechtsteile u. s. w. verlustig gegangen ist.

Unter den Cölenteraten endlich treffen wir den fast einzig dastehenden Fall, daß eine große Klasse freischwimmender Tiere, die Rippenquallen, aus Zwittern besteht. Jedenfalls aber sind diese Rippenquallen nicht der Urform der Cölenteraten besonders nahestehende Tiere, sie sind vielmehr das Endglied einer Entwickelungsreihe, aus welchem keine weiteren getrenntgeschlechtlichen Formen hervorgegangen sind. Sie selbst aber werden von Häckel[1] aus getrenntgeschlechtlichen Schirmquallen abgeleitet. Von den Rippenquallen abgesehen, kommen unter den freischwimmenden Cölenteraten Zwitter nur als ganz vereinzelte Ausnahmen vor (*Chrysaora*), während sie unter den festsitzenden nicht selten sind.

Nirgends haben wir bei unserer Umschau einen Anhalt für die Annahme gefunden, daß bei den Urahnen irgend welchen Tierkreises Zwitterschaft geherrscht und für eine spätere Trennung der Geschlechter die Unterlage abgegeben habe. Wohl aber sind wir vielfach auf einen den Zwittern der verschiedensten Gruppen gemeinsamen Umstand gestoßen, der darauf schließen läßt, daß es sich bei ihrer Zwitterschaft um eine nicht gemeinsam ererbte, sondern als Anpassung an ähnliche Lebensverhältnisse erworbene Übereinstimmung handle, also um Konvergenz, wie man jetzt die erworbene im Gegensatz zur ererbten Ähnlichkeit zu nennen liebt. — Wie auch Claus hervorhebt, findet sich die Zwitterschaft besonders bei Schmarotzern, bei festsitzenden Tieren und solchen, bei denen durch Leben in der Erde, durch Langsamkeit ihrer Bewegungen u. s. w. das Zusammentreffen verschiedener Einzelwesen erschwert ist. Besonders lehrreich ist in dieser Beziehung *Ascaris nigrovenosa*, wo bei derselben Art freilebende getrenntgeschlechtliche mit schmarotzenden zwitterigen Bruten wechseln.

In der Regel werden nicht alle Teile eines Lebewesens in gleichem Grade sich von ihrer Urform entfernt haben und bei verwandten Arten oder Gruppen wird hier der eine, dort der andere Teil weiter fortgeschritten sein, sich stärker umgewandelt haben. Wenn eine wandelbare Art in neue Formen auseinander geht, so werden eben dadurch mehrere ihrer verschiedenen Nachkommen an gleichem Orte sich erhalten und zu neuen Arten sich festigen können, daß die einen in der einen, andere in anderer Richtung besondere Vorteile über die übrigen gewinnen. Bei hochentwickelten Tieren können einzelne Teile auf recht niederer Stufe verharren, bei im ganzen recht ursprünglichen Tieren einzelne Teile

[1] Kosmos V. Bd., S. 348.

sich weit von der Urform entfernt haben. So wird es gut sein, auch bei der vorliegenden Frage uns nicht auf die Betrachtung der ganzen Tiere zu beschränken, sondern auch die der geschlechtlichen Fortpflanzung dienenden Teile selbst ins Auge zu fassen. Es wäre ja nicht undenkbar, daß wenn auch nicht die Zwitter selbst, so doch ihre Geschlechtswerkzeuge eine ursprünglichere, einfachere Form aufwiesen, die als Unterlage für die höher entwickelten, zusammengesetzteren Werkzeuge ihrer getrenntgeschlechtlichen Verwandten dienen könnten. Leider zeigt schon der flüchtigste Blick das gerade Gegenteil. Zu Anfang der vierziger Jahre waren in Berlin mehrere junge Forscher mit der Entwirrung und Deutung der überaus verwickelten Geschlechtsteile der zwitterigen Lungenschnecken beschäftigt und ich hatte Gelegenheit, mir von Paasch seine bewundernswerten Präparate zahlreicher Arten zeigen und erklären zu lassen; als ich später am Meere getrenntgeschlechtliche Schnecken zergliederte, war ich überrascht zu sehen, um wie viel einfacher bei diesen die Verhältnisse liegen. Unvergleichlich größer noch ist der Gegensatz zwischen den zwitterigen Regenwürmern und Blutegeln einerseits, den getrenntgeschlechtlichen Ringelwürmern des Meeres anderseits, oder zwischen den zwitterigen Strudelwürmern und den getrenntgeschlechtlichen Schnurwürmern (Nemertinen). Wer sich vor vierzig Jahren mit dem Baue der Blutegel und Regenwürmer, dem Gegenstande meiner ersten Zergliederungsversuche, beschäftigt hat, wird sich erinnern, daß damals in der reichhaltigen Litteratur über ihre Geschlechtsteile nichts als die äußerste Verwirrung zu finden war, trotzdem so tüchtige Forscher wie Treviranus, Henle, Filippi, Morren u. s. w. sich um die Aufklärung der verwickelten Verhältnisse bemüht hatten. Dagegen ist nichts Einfacheres, Ursprünglicheres zu denken als die Geschlechtsverhältnisse bei den Ringelwürmern des Meeres. Die Keimstoffe entstehen an den Wandungen oder Scheidewänden der Leibeshöhle und meist sind diese Keimstätten einzig durch die an ihnen erzeugten Keimstoffe ausgezeichnet und daher nur zur Zeit, wo diese sich bilden, unterscheidbar; Samen oder Eier fallen dann in die Leibeshöhle und werden durch die sogenannten Segmentalorgane entleert. Ebenso einfach gestalten sich die Verhältnisse bei den Schnurwürmern; es liegen hier rechts und links vom Darme einfache Schläuche, die bei den einen mit Eiern, bei den anderen mit Samenfäden gefüllt sind und durch eine Öffnung der Leibeswand nach außen münden. Welcher Gegensatz gegenüber den zwitterigen Strudelwürmern, bei denen die männlichen Teile aus Hoden, Samenblase und ausstülpbarem Begattungswerkzeug, die weiblichen aus Keimstock, Dotterstock (also sogar die Bildung der Eier geschieht hier durch zweierlei verschiedene Teile), Samentasche, Scheide und Eierbehälter bestehen. Und ähnlich ist es in anderen Fällen; selbst bei den Synapten, die in fast jeder anderen Beziehung zu größter Einfachheit herabgesunken sind, ist, was die Geschlechtsteile betrifft, »eine Differenzierung im Vergleiche zu Seesternen und Seeigeln in sehr gründlicher Weise an dem gröberen Verhalten aufgetreten« (Gegenbaur). — Dieser Gegensatz zwischen der äußersten Einfachheit der Verhältnisse bei getrenntgeschlechtlichen Tieren und ihrer hohen Ent- und Verwickelung bei deren zwitterigen Verwandten

ist natürlich eine allbekannte Thatsache und mehrfach ausdrücklich hervorgehoben. So sagt GEGENBAUR (a. a. O. S. 280) von den Geschlechtswerkzeugen der Würmer: »Die niedersten Zustände bieten wieder hermaphroditische Einrichtungen, die aber nicht selten mit großen Komplikationen sich verbinden, wodurch sie weit über die viel einfacher sich verhaltenden Einrichtungen der getrenntgeschlechtlichen Würmer sich erheben.« Es freut mich, daß GEGENBAUR selbst diesen Satz geschrieben hat und daß nicht ich es als notwendige Folgerung aus der herrschenden Ansicht auszusprechen habe, daß nach derselben nicht selten die niedersten Zustände sich weit über die höchsten erheben.

Aus der Zwitterbildung soll das getrennte Geschlecht »auf dem Wege der Arbeitsteilung« hervorgegangen sein. Ob nicht gerade dieses so oft gebrauchte, und beinahe möchte man mit STEENSTRUP einfügen: fast ebenso oft mißverstandene Schlagwort: »Arbeitsteilung« dazu verleitet hat, in der Zwitterschaft den früheren, unvollkommneren, in der Verteilung der Geschlechter auf verschiedene Einzelwesen den späteren, vollkommneren Zustand zu sehen? Das Wort genügte; inwiefern aus dieser »Arbeitsteilung« den Tieren ein Vorteil über ihre zwitterig gebliebenen Verwandten erwachse, der den offenbaren Nachteil der erschwerten Befruchtung überwiege, unterließ man zu fragen. Arbeitsteilung, »Differenzierung«, gilt ja als untrügliches Merkmal des Fortschritts und sie ist ohne Frage dessen mächtigster Hebel. Doch sollte man dabei Eines nicht vergessen. Arbeitsteilung setzt ein Zusammenwirken mehrerer voraus, seien es Einzelwesen oder Teile desselben Tieres, und mit dem Fortschritt des Ganzen ist stets der Rückschritt dieser Einzelnen, seien es Teile oder Tiere, verbunden. Die zu Schwimmglocken, Deckschuppen, Nährtieren, Geschlechtstieren u. s. w. »spezialisierten« Einzeltiere der Schwimmpolypen (Siphonophoren) haben eine tiefgreifende Rückbildung erfahren und stehen unvergleichlich tiefer als der »unspezialisierte« Urahn, der alle diese Verrichtungen in einer einzigen Person zusammenfaßte. Die geschlechtslosen, augen- und flügellosen Soldaten von *Calotermes*, die nichts verstehen, als mit ihrem dicken harten Kopfe die Gänge im Holze, in denen sie mit ihren Geschwistern leben und die sie selbst nie verlassen, gegen Feinde zu verstopfen, bieten ein anderes schlagendes Beispiel des durch Arbeitsteilung bedingten Rückschritts. Doch wozu nach Beispielen ins Weite schweifen? Liegt doch dem Zoologen das Schöne so nahe. Wimmelt es doch in der Heerschar der Zoologen von »Spezialisten«, die sich in irgend einen dunklen Gang einwühlen, um ihn nie wieder zu verlassen, und die dabei den Blick fürs allgemeine, die Schwingen der Phantasie, die wissenschaftliche Zeugungskraft mehr oder minder einbüßen, ohne daß aus dieser grausamen Selbstverstümmelung der Wissenschaft ein nur halbwegs entsprechender Vorteil erwüchse. Freilich von Arbeitsteilung kann hier kaum mehr die Rede sein; sie ist zur Zersplitterung geworden. Dem beugt nun zwar bei Tieren und Pflanzen die Naturauslese vor, aber doch sollte man nicht ohne weitere Belege jede Arbeitsteilung, jede Differenzierung als Fortschritt begrüßen. Doch kehren wir von dieser Abschweifung zum vorliegenden Falle zurück. »Vom Standpunkte der Differenzierung aus beurteilt« würde nicht in

der Verteilung der beiden Geschlechter auf zwei verschiedene Einzelwesen »die vollkommenste Stufe der geschlechtlichen Fortpflanzung auf dem Wege der Arbeitsteilung erreicht« sein, sondern vielmehr im Trimorphismus der Pflanzen, bei dem die Geschlechtswerkzeuge auf drei verschiedene Einzelwesen verteilt sind, bei dem dreierlei verschiedene Griffel und Narben, dreierlei verschiedene Staubgefässe und Blütenstaubkörner zur geschlechtlichen Fortpflanzung der Art zusammenwirken.

»Auf dem Wege der Arbeitsteilung« also soll der Übergang aus Zwitterbildung in Trennung der Geschlechter erfolgt sein durch »Verkümmerung des einen oder des anderen Apparates«. Es ist wahrscheinlich, daß ein solcher Vorgang auch im Tierreiche wiederholt stattgefunden hat (z. B. bei den von Claus als Beispiel angeführten *Distomum filicolle* und *haematobium*), wie er ja im Pflanzenreiche häufig genug vorkommt. Für die Mehrzahl der Fälle aber, in denen wir nebeneinander getrenntgeschlechtliche und zwitterige Arten kennen, ist ein derartiger Übergang kaum denkbar. Es genüge, ein einziges Beispiel näher zu betrachten. Unter den Ringelwürmern haben wir in der Gattung *Protula* neben getrenntgeschlechtlichen auch zwitterige Arten. Bei letzteren erzeugen bestimmte Leibesringe Samenfäden, während in bestimmten anderen, dahinterliegenden Ringen Eier entstehen; so folgen z. B. bei einer an der Küste von Santa Catharina lebenden Art auf fünf männliche ebensoviele weibliche Ringe. Wäre aus dieser Zwitterbildung die Getrenntgeschlechtlichkeit der Ringelwürmer durch Verkümmerung, hier der männlichen, dort der weiblichen Geschlechtsteile hervorgegangen, so sollte man erwarten, daß die Männchen ihre Keimstoffe in bestimmten, weiter vorn, die Weibchen die ihrigen in andern, weiter hinten gelegenen Ringen erzeugten. Ein solches Verhalten ist meines Wissens noch bei keiner einzigen Art angetroffen worden; vielmehr entstehen bei fast allen Arten die Keimstoffe beider Geschlechter in der ganzen Länge der Leibeshöhle. Ein früherer Zwitterzustand, aus welchem dieses Verhalten auf dem von der herrschenden Ansicht beliebten Wege sich herleiten ließe, hätte in gleichzeitiger Bildung von Samen und Eiern in allen Leibesringen bestehen müssen, würde also ein ganz anderer gewesen sein als der, den uns die heute lebenden zwitterigen Ringelwürmer zeigen. — Der Versuch, aus der Zwitterbildung der Synapten das getrennte Geschlecht der übrigen Stachelhäuter, aus der Zwitterbildung der Rankenfüßer das getrennte Geschlecht der übrigen Kruster »durch Verkümmerung des einen oder des anderen Apparates« herzuleiten, würde zu noch größeren Widersprüchen und Schwierigkeiten führen, die ich im einzelnen nachzuweisen wohl unterlassen darf.

Es wäre schließlich noch das »hochwichtige Zeugnis« zu besprechen, welches für die herrschende Ansicht die Thatsache bieten soll, daß auf einer gewissen Entwickelungsstufe die Geschlechter einander gleichen, daß »auch in sehr hoch sich ausbildenden Apparaten eine primitive Vereinigung der Geschlechtsorgane besteht«, oder daß »die ursprüngliche Anlage der Geschlechtsorgane hermaphroditisch ist« und »nicht selten Spuren einer hermaphroditischen Anlage zurückbleiben«, selbst bei den höchsten Tieren. Es sind dabei zweierlei Gebilde scharf auseinander

zu halten, nämlich 1) solche einander entsprechende Teile, die in beiden Geschlechtern zu voller Entwickelung kommen, wie namentlich die Keimdrüsen, und 2) solche Teile, die nur in einem Geschlechte zu voller Thätigkeit reifen, im anderen später verkümmern oder auf niederer Entwickelungsstufe stehen bleiben, wie die Milchdrüsen der Säugetiere. Für beide Fälle kann ich mich einer Erörterung enthalten, da sie schon von anderen und besser, als ich es vermöchte, gegeben ist.

Was die Gebilde der ersten Art betrifft, so war für Steenstrup (a. a. O. S. 11) ihre Entwickelung aus einer und derselben Anlage einer der Hauptgründe seines Zweifelns an dem Vorkommen des Hermaphroditismus, und auch ich betrachte dieselbe als »hochwichtiges Zeugnis« nicht für, sondern wider die herrschende Ansicht. Ich gebe Steenstrup's Gedankengang fast ganz in seinen eigenen Worten wieder: »Mit der vergleichenden Anatomie kommt die Lehre vom Hermaphroditismus in gleichen Zusammenstoß, wie mit der Physiologie. Im vorangehenden haben wir bereits das von der vergleichenden Anatomie und der Entwickelungsgeschichte gefundene Ergebnis ausgesprochen, daß die Fortpflanzungswerkzeuge nur zwei entgegengesetzte Entwickelungen einer und derselben Grundlage sind, und die Richtigkeit dieses Satzes unterliegt wohl keinem Zweifel. Aber wie soll dieser Satz in Einklang gebracht werden mit der Lehre vom Hermaphroditismus, der just behauptet, daß beiderlei Geschlechtswerkzeuge nebeneinander bestehen und sich nicht aus einer und derselben materiellen Grundlage entwickeln, sondern jedes aus seiner eigenen? Können beide zusammen im entwickelten Zustande vorkommen, so können sie ebensowenig ursprünglich dasselbe Werkzeug gewesen sein, wie die zusammen vorkommenden Lungen und Kiemen gewisser Tiere die Annahme zulassen, daß diese beiden Formen der Atemwerkzeuge Spaltungen eines und desselben Grundwerkzeuges der Atmung seien. Oder, um die Beispiele ein wenig anders zu stellen: läßt die vergleichende Anatomie irgend einen Zweifel darüber, daß die Vorderbeine der Säugetiere die Flügel der Vögel sind, daß der flache Schnabel der Ente derselbe Teil ist wie der dünne des Kolibri, oder daß der Kamm und der gebogene Schwanz des Hahnes dieselben Teile sind wie die kleinen Stirnläppchen und der gerade Schwanz des Huhnes? Alle diese Werkzeuge sind Beispiele der Spaltung eines Einzigen in zwei verschiedene Formen, aber just darin liegt die Unmöglichkeit, das gleichzeitige Vorkommen von beiderlei Entwickelungen einräumen zu können. Nie können Flügel und Vorderbeine an demselben Tiere gleichzeitig auftreten u. s. w. Aber ob dieser Gegensatz in der Entwickelung zwischen Klasse und Klasse, Gattung und Gattung, Art und Art oder zwischen den beiden Geschlechtern derselben Art besteht, die Wahrheit, daß beide Gegensätze nicht zusammen vorkommen, bleibt gleich unumstößlich.« Ich habe dem kaum etwas hinzuzusetzen. Daß bei der Mehrzahl der getrenntgeschlechtlichen Tiere, wenn nicht bei allen, die Keimdrüsen der beiden Geschlechter einander entsprechende, aus derselben Grundlage in entgegengesetzter Richtung sich entwickelnde Teile sind, wird wohl allgemein zugestanden. Nun aber sind bei der Mehrzahl der Zwitter Hoden und Eierstock verschiedene, voneinander getrennte Gebilde. Diese Zwitter konnten also

nicht die Unterlage abgeben für die Trennung der Geschlechter; denn wenn bei ihnen hier der Hoden, dort der Eierstock schwand, so waren bei den auf diese Weise entstandenen Weibchen und Männchen die übrigbleibenden Keimdrüsen, gegen das »hochwichtige Zeugnis« der Entwickelungsgeschichte, nicht einander entsprechende Teile. Es bleiben also als »Unterlage« für die Trennung der Geschlechter nur die Zwitter mit Zwitterdrüsen und auch für mehrere von diesen (z. B. die Synapten) ist die Unwahrscheinlichkeit, daß in ihnen eine ursprünglichere Form der Geschlechtsverhältnisse erhalten sei als bei ihren nicht zwitterigen Verwandten, so groß, daß sie an Unmöglichkeit grenzt.

Was die Gebilde der zweiten Art betrifft, so hat bereits Ernst Krause[1] die Widersprüche, die unlöslichen Schwierigkeiten, in die sich die herrschende Ansicht verwickeln muß bei dem Versuche, das Vorkommen der »rudimentären« Gebilde des einen Geschlechts, die voll entwickelten Teilen des anderen entsprechen, phylogenetisch zu erklären, — Ernst Krause hat bereits diese Schwierigkeiten und Widersprüche in so lichtvoller Weise dargelegt und so richtig, wie ich glaube, den einzigen Weg bezeichnet, welcher zu deren Lösung führen kann, daß jedes weitere Wort überflüssig wäre.

Ich bin am Schlusse des ersten, negativen Teiles meiner Betrachtungen angekommen. Ist es mir, wie ich hoffe, gelungen, in unbefangenen Lesern das Vertrauen in die Ursprünglichkeit der Zwitterbildung etwas zu erschüttern, so werden sie mit mir fragen: wie konnte eine auf so schwachen Füßen stehende Lehre unter den Zoologen bis heute sich unerschüttert erhalten, ja fast als selbstverständlich hingenommen werden? Der Grund liegt, wie mir scheint, einfach darin, daß in der Zoologie bisher fast ausschließlich die Morphologie, die Betrachtung der Form, als Grundlage phylogenetischer Spekulationen gedient hat, und eine solche ist ja auch die Frage nach der ursprünglichen Gestaltung der Geschlechtsverhältnisse. Kaum Anton Dohrn hat seit Jahren — ein einsamer Rufer in der Wüste — betont, daß derartige Fragen auf diesem Wege nicht zu lösen sind, daß bei ihnen das entscheidende Wort nicht der Morphologie gebührt, die höchstens Thatsachen feststellen, nie sie erklären kann, sondern der Physiologie.

Umgekehrt wie die Zoologen sind die Forscher verfahren, die in letzter Zeit sich mit den Geschlechtsverhältnissen der Pflanzen beschäftigt haben, Darwin, Hildebrand, Delpino u. s. w., und — last not least — mein Bruder Hermann. Sie alle haben die physiologische Frage in den Vordergrund gestellt; um die morphologische Deutung der einzelnen Teile der von ihnen untersuchten Blumen haben sie sich nur in zweiter Reihe bekümmert. Ihre erste Frage war in jedem einzelnen Fall: welchen Nutzen bringt diese oder jene Änderung des Baues der Blume unter den besonderen Lebensverhältnissen der Pflanze? Ihr Leitstern war nicht ein allgemeines Schlagwort, sondern das bekannte Knight-Darwin'sche physiologische Gesetz.

Und das Ergebnis? Für die Tierwelt habe ich es eben zu be-

---

[1] Kosmos Bd. I. 1877, S. 496.

leuchten versucht. Für die Pflanzenwelt ist es eine Blumentheorie, die, wenn auch im einzelnen des Ausbaues fähig und bedürftig, doch in ihren Grundzügen vollkommen gesichert dasteht und schon jetzt den Bau zahlloser Blumen verstehen läßt wie auch den Entwickelungsgang der Blumenwelt uns vorführt und, was die Hauptsache, erklärt. Der Erfolg hat für den von den Pflanzenforschern eingeschlagenen Weg entschieden.

(Fortsetzung folgt.)

Riesen und Zwerge.

Von

K. Fuchs (Oedenburg).

(Schluß.)

Sinnesorgane und Seelenleben.

Sehen. Ein Mikromensch sieht in mancher Beziehung anders als ein Mesomensch. In bezug auf Helligkeit ist kein Unterschied. Man sollte zwar meinen, Mi müßte alles hundertmal dunkler sehen, da seine kleine Pupille hundertmal weniger Licht ins Auge läßt. Indes ist auch das Netzhautbild hundertmal kleiner, das Licht also auf einen hundertmal kleineren Raum zusammengedrängt; Mi sieht also alles ebenso hell wie Me. In bezug auf Schätzung der Entfernungen ist Mi gegen Me bedeutend im Nachteile. Die Entfernung wird teils durch die Konvergenz der Augenaxen, teils durch die Verschwommenheit der Empfindungsbilder abgeschätzt. Die Schätzung nach Konvergenz der Augenaxen ist eigentlich eine Triangulierungsarbeit, und Mi, bei dem die Augen zehnmal näher beisammen stehen als bei Me, befindet sich in demselben Nachteile wie ein Geometer, der seinen Vermessungen eine zehnmal kleinere Triangulierungsbasis zu Grunde gelegt hat als ein anderer. Me ist ebensowenig wi Mi im stande, fehlerlos Entfernungen zu taxieren, und die Fehler wachsen mit der Entfernung. Aber wenn Me im allgemeinen eine Entfernung von 10 m um 5 % falsch schätzt, so wird Mi mit seiner zehnmal kleineren Basis (Distanz der Augen) bereits bei der Entfernung von 1 m den Fehler von 5 % machen. Mi schätzt also Entfernungen in gewissem Sinne zehnmal schlechter als Me. Daraus läßt sich schließen, wie Mi den Horizont sieht. Wir können den Grundsatz aufstellen, daß die Entfernung, in der wir den Horizont zu sehen glauben, die größte Entfernung ist, die wir uns vorzustellen im stande sind. Ich meine dies so. Wir beurteilen in unserer nächsten Umgebung die Entfernungen z. B. nach der Klarheit, mit der wir die Gegenstände sehen. Sehen wir andere

Dinge undeutlicher, dann schließen wir daraus, daß sie entfernter sein müssen, und strengen unser Vorstellungsvermögen an, sie in größere Entfernungen zu versetzen. Je undeutlicher uns ein Gegenstand erscheint, desto mehr strengen wir uns an, ihn noch weiter hinaus zu schieben. Endlich aber fühlen wir uns außer stande, trotz aller Anzeichen, die auf immer größere Entfernungen hinweisen, die Dinge noch weiter hinauszudenken; sie fallen uns alle, wohl gegen unser besseres Wissen, dennoch in dieselbe Entfernung, und diese größte vorstellbare Entfernung ist die Entfernung des Horizontes. Da nun aber die Konvergenz der Augenaxen bei Mi ein zehnmal schwächeres, unentschiedeneres Kriterium der Entfernung ist, wird Mi sich den Horizont wahrscheinlich bedeutend näher vorstellen als Me. Mi wird nämlich, wie wir voraussetzen wollen, einen Gegenstand, der 1 km weit entfernt ist, noch ziemlich in derselben Entfernung sich vorstellen wie Me. Darüber hinaus aber vermag er wohl nicht mehr zu erkennen, ob ein Gegenstand auch entfernter liegt; seine Augenaxenkonvergenz zeigt es ihm nicht mehr an, daß der früher 1 km entfernte Gegenstand bereits in die Entfernung von 5 km gekommen ist; er hat also keine Veranlassung, den Gegenstand sich noch weiter hinaus zu denken, und alle Gegenstände, die weiter als 1 km von ihm liegen, stellt er sich in derselben Entfernung von 1 km vor. Dann aber ist 1 km der Radius seines Horizontes. In die mathematischen Details dieser Überlegung einzugehen, ist hier nicht der Platz; so viel ist aber vielleicht klar geworden, daß die Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß Mi sich den Horizont viel enger vorstellt als Me. Daraus folgt aber, daß ihm die Gegenstände des Horizontes ebensovielmal kleiner erscheinen, da er sie ja doch unter demselben Sehwinkel sieht wie Me, und von zwei ähnlichen Dingen, die man unter gleichem Sehwinkel sieht, erscheint dasjenige größer, das man entfernter denkt. In dem Maße, als man bei einem Ölgemälde die Illusion der Entfernung sich schaffen kann, scheinen die gemalten Figuren auch zur Lebensgröße zu wachsen. — Es läßt sich also wahrscheinlich machen, daß Mi überhaupt alle Gegenstände viel näher und entsprechend viel kleiner zu sehen glaubt als Me.

Bisher ist nur darauf hingewiesen worden, daß die Axenstellung bei Mi unzuverlässig ist. Es läßt sich zeigen, daß die Verschwommenheit der Bilder ebenfalls Mi in Nachteil setzt. Die Netzhautbilder sind bei Mi offenbar wie alle Flächen hundertmal kleiner, und wenn Me und Mi denselben Baum aus derselben Entfernung ansehen, dann fängt Me das Bild auf der Netzhaut vielleicht mit 100 000, Mi aber nur mit 1000 Nervenzäpfchen auf. Die Folge davon ist, dass Mi hundertmal weniger Elementarempfindungen haben und hundertmal weniger Einzelheiten wahrnehmen wird. Ihm wird also der Baum hundertmal verschwommener erscheinen als dem Me. Der Baum müßte Mi zehnmal näher stehen, damit das Netzhautbild auch bei Mi auf 100 000 Zäpfchen falle und der Baum somit ebenso klar gesehen werde, als ihn früher Me gesehen hat. Der gleiche Grad von Verschwommenheit stellt sich also bei Mi schon in zehnmal geringerer Entfernung ein als bei Me, und in dem Chaos, in das entfernte Einzeldinge zusammenfließen, findet er bald keinen Grund, noch größere Entfernungen sich vorzustellen. — Wenn Me eine Fliege

noch in der Entfernung von 10 m zu erkennen vermag, dann ist Mi kaum im stande, eine Fliege zu erkennen, die 1 m weit von ihm sitzt, und doch erscheint ihm die Fliege unter einem zehnmal größeren Sehwinkel. Ein Mi^2, der Bienengröße hätte, würde die Fliege erst in der Entfernung von 1 dm erkennen, trotzdem sie unter so großem Gesichtswinkel erscheint, daß sie einen merklichen Teil des Gesichtsfeldes verdeckt. Ein Auge aber, dem eine Fliege auf 1 dm Entfernung noch immer nur als grauer Fleck erscheint, ist wohl recht wenig zweckmäßig. Mi hat also ein Unterscheidungsvermögen mit zehnmal kleinerem Radius als Me; daraus folgt aber, daß Mi mit seinen Augen einen tausendmal kleineren Raum beherrscht. Wenn Mi also etwas sucht, ist der Erfolg des Suchens in tausendmal höherem Maße vom Zufalle abhängig, als wenn Me sucht. Unter solchen Umständen ist es aber schwer, noch von Suchen zu sprechen. Mi »findet« nicht, Mi »stößt auf etwas«. Mi »sucht« nicht, Mi »geht auf Abenteuer aus«, sobald er sich nach dem Auge richtet. Mi erreicht in wenigen Stunden, Mi^2 wohl in wenigen Minuten seinen Horizont und befindet sich in völlig neuer Umgebung. Wenn das normale Mi-Auge schon auf so geringe Entfernungen seinen Dienst versagt und die Vorzüge des Menschenauges, nämlich klare, zusammenhängende Konturen und gute Entfernungstaxierungen zu geben, bei dem bienengroßen Mi^2 so gut wie illusorisch werden, dann kann es nicht auffallen, wenn die Natur bei kleinen Tieren auf die Konstruktion des Auges, wie es beim Menschen vorhanden ist, verzichtet und dem Auge einen Bau gibt, der wenigstens andere Vorzüge mit sich bringt. Der Vorzug, den die Natur dem Insektenauge gegeben hat, liegt darin, daß es ein weitaus größeres Gesichtsfeld hat. Einem Mikroteromenschen würden wir wohl am besten ein Libellenauge geben.

In bezug auf das Gesehenwerden sind die kleinen Tiere ebenso gegen die großen im Nachteile wie in bezug auf das Sehen. Wie leicht ein Tier gesehen wird, hängt offenbar nicht von seiner Masse, sondern von seiner Silhouette, von seiner Projektion ab. Nun hat aber ein Mikromensch zwar das tausendmal kleinere Volumen, aber nur eine hundertmal kleinere Projektion. Im Verhältnis zu seiner Masse ist er also zehnmal sichtbarer als ein Me-Mensch. Eingehendere Zahlen machen dies vielleicht noch klarer. Ein Me-Mensch von 100 kg Gewicht möge eine Projektion von 50 dm^2 haben; dann wird sozusagen jedes dg Masse mit $^1/_2$ cm^2 Fläche sichtbar. Ein Mi-Mensch wiegt aber nur 100 g und hat doch 50 cm^2 Projektion; jedes dg Masse ist dann mit 5 cm^2 Fläche sichtbar. Während also bei Me sozusagen hinter jedem cm^2 Fläche 2 dg Masse liegen, liegt bei Mi hinter jedem cm^2 sichtbare Fläche nur $^1/_5$ dg Körpermasse. Ein Mi-Tier ist also relativ zehnmal sichtbarer als ein Me-Tier. Umgekehrt ist ein Makrotier zehnmal weniger sichtbar als ein Me-Tier, und hinter jedem cm^2 sichtbarer Fläche eines Ma-Menschen liegen nicht 2, sondern sogar 20 dg Körpermasse. Denken wir uns nun einen Fuchs, der Mäuse jagt, und betrachten wir zunächst die Lage des Fuchses. Da seine Netzhautbilder groß sind, so erblickt er die Maus bereits auf eine Entfernung von 20 m. Wenn die Maus im Verhältnis zu ihrer Größe ebenso schwer sichtbar sein sollte wie ein Fuchs, so dürfte sie nur den Um-

fang eines Kirschkernes haben, und dann würde sie der Fuchs trotz seiner guten Augen schwer erblicken. Der Fuchs zieht somit sowohl aus seinem großen Netzhautbilde als auch aus der großen spezifischen Sichtbarkeit (Größe der sichtbaren Fläche, die der Gewichtseinheit entspricht) der Maus Vorteil. Nun betrachten wir die Lage der Maus. In dem Momente, da der Fuchs sie erblickt, da er also noch 20 m entfernt ist, ist das Bild, das die Maus vom Fuchs erhält, so verschwommen wie für den Fuchs das Bild eines Ochsen, der 200 m weit entfernt ist; das ist aber eine ziemlich unvollkommene Sichtbarkeit. — Gehen wir nun auf die spezifische Sichtbarkeit über. Wenn die Maus einer zweiten Maus begegnet, so wird sie dieselbe mit einer gewissen Leichtigkeit erblicken; ebenso erblickt sie ohne viel Anstrengung eine Eichel, eine Nuß, den Eingang ihrer Höhle; kurz, die Dinge ihrer gewöhnlichen Umgebung zeichnen sich als kleine Dinge durch große spezifische Sichtbarkeit aus, und die Maus ist verwöhnt, die Dinge, die sie umgeben, leicht zu bemerken. Nun naht der Fuchs; dieser ist ihr sovielmal an Kraft überlegen, wievielmal er schwerer ist als sie. Sollte er ihr aber im Verhältnis seiner Überlegenheit sichtbar sein, sollte er dieselbe spezifische Sichtbarkeit haben wie die Dinge der täglichen Umgebung der Maus, dann müßte er dem Auge so groß erscheinen wie ein großes Kalb. Beide Umstände, die Kleinheit des Netzhautbildes und die geringe spezifische Sichtbarkeit des Fuchses setzen daher die Maus in Nachteil. Das Auge bietet daher dem Fuchse zwei große Vorteile und läßt anderseits die Maus doppelt im Stiche. Es ließe sich leicht zeigen, daß der Fuchs einen dritten Vorteil aus seiner Fähigkeit, die Entfernung gut zu schätzen, zieht, während die Maus auch darin vom Auge im Stiche gelassen wird, daß sie sehr mangelhaft erkennt, wie weit der Fuchs entfernt ist. Es ist somit klar, daß das Auge, wie es die Wirbeltiere haben, nur großen Tieren große Vorteile gewährt, und zwar in erster Linie kleinen Tieren gegenüber, während es kleine Tiere gerade dort, wo sie seiner am dringendsten bedürfen, d. i. den großen Räubern gegenüber, im Stiche läßt.

Hören. Wie verhält es sich mit dem Ohre des Mikromenschen? Man kann wohl von einer Menge der Empfindung sprechen. Zehn Nerven empfinden doch wohl zehnmal mehr als ein Nerv, und eine zehnmal größere Nervenerregung (ich sage nicht Nervenreiz) scheint wohl von zehnmal mehr Empfindung begleitet zu sein, indem sie als zehnmal intensiverer Eindruck empfunden wird. Dann kann man aber wohl sagen, daß die Empfindungsmenge der Stoffmenge etwa proportional ist, die während einer Empfindung, Wahrnehmung etc. in den Nerven konsumiert wird. Man kann dann auch sagen, daß in ΣMi dieselbe Empfindungsmenge vorhanden ist wie in Me. (In einem Mi ist nach dieser Auffassung tausendmal weniger Empfindung vorhanden als im Me. Bildlich gesprochen wäre die Seelenwelt des Me eine Mittagslandschaft, die des Mi eine Vollmondlandschaft.) Es ist indes schon darauf hingewiesen worden, daß ΣMi zehnmal mehr Gehörnervenfasern besitzt als Mi, und wir dürfen daher voraussetzen, daß durch dieselben auch zehnmal mehr Empfindung erregt wird. Dann macht aber das Gehörte bei Mi einen zehnmal grösseren Teil der Gesamtempfindungen aus als bei Me, und daraus würde

folgen, daß das Gehör bei einem Mikromenschen, trotzdem daß er hundertmal schwächer hört als wir, dennoch im Seelenleben zehnmal stärker dominiert als bei uns. Es wirft dies vielleicht einiges Licht auf die außerordentliche Stimmentwickelung bei einem Teile der Vögel.

Wie gestaltet sich der akustische Verkehr unter Mikromenschen? Es hat sich gezeigt, daß man Mi nur auf zehnmal geringere Entfernung hört als Me. Dazu kommt, daß seine Stimme äußerst hoch liegt und daß gerade die hohen Töne es sind, die sich während der Schallfortpflanzung am schnellsten verwischen. Die Stimme des Mi, hundertmal schwächer als die des Me, wird überaus leicht von den Geräuschen der Natur übertönt und ist somit keineswegs geeignet, als akustisches Verkehrsmittel zu dienen. Wenigstens zu Signalen müssen in der Welt der Mi andere Schallmittel verwendet werden, und da bei Mi viel Muskelkraft und viel Hartteile disponibel sind, so werden wir dem reduzierten Mi wohl einen Schallapparat geben müssen, den wir selbst nicht haben. Die erste Anforderung, die wir an denselben stellen, ist die, daß die tönende Fläche eine möglichst große sei, denn hiervon hängt es ab, wie viel lebendige Kraft auf die Luft übertragen wird. Solche Schallapparate finden wir aber wiederum bei den Gliederfüßlern, speziell bei den Insekten.

Von den übrigen Sinnesnerven, denen des Geschmackes, des Geruches, des Tastsinnes ist bereits gesagt worden, daß sie im Verhältnis zu den den vegetativen Zwecken dienenden Nerven gleich den Seh- und Hörnerven zehnmal reichlicher entwickelt sind. Wollen wir daher, daß die Sinnesnerven des reduzierten Mikromenschen im Gesamtnervensystem dieselbe Stellung einnehmen wie bei dem Mesomenschen, dann müssen sie auf ein Zehntel reduziert werden, wodurch das enorme Übergewicht der Sinne gemildert wird. Daraus wird aber ersichtlich, daß bei kleinen Tieren die Sinnesnerven ungleich schwächer entwickelt sein und dennoch der Außenwelt denselben Einfluß auf das Seelenleben sichern können, den sie auf den Me-Menschen ausübt.

Wenn wir beim reduzierten Mi die Menge der Sinnesnerven nicht vermindern und dennoch den einzelnen Sinnesorganen nur den Einfluß auf das Nervenleben gönnen wollen, den sie bei Me haben, dann werden neun Zehntel der Sinnesnerven disponibel, und wir können den reduzierten Mi mit Sinnesorganen versehen, die Me nicht besitzt. Wir können die Augen und Ohren vervielfältigen, wir können sämtliche Gliedmaßen zu relativ ebenso empfindlichen Tastorganen machen, wie es die Hände des Me sind; wir können ihm sogar in Form von Fühlern und Tastern aus dem vorhandenen Materiale an Hartstoffen und Muskeln ganz neuartige Organe schaffen. Dann erhält kein Sinnesorgan überwältigendes Übergewicht und Mi erlangt den Vorteil einer so vielseitigen Sinnlichkeit, wie sie bei Mesotieren höchstens dann zu erreichen wäre, wenn man die psychische Macht der vorhandenen Organe derart reduzierte, daß der Mensch selbst Auge und Ohr ebensosehr außer acht lassen und vernachlässigen würde, wie er gegenwärtig es mit dem Geschmacks- und Geruchsorgane macht.

Hier ist wohl der Ort, über die vielvermuteten geheimnisvollen Sinne der Kleintiere zu sprechen, die ihnen, wie es scheint, Dinge zu empfinden erlauben, die unseren Sinnen vollständig entgehen. — Was kann alles theoretisch auf Nerven wirken? Wahrscheinlich alles, was überhaupt mechanisch, physikalisch oder chemisch wirkt. Es wäre dies Druck, und zwar Druck fester Körper, Druck des Wassers, Druck der Luft. Da aber bekanntlich nicht so sehr dauernde Wirkungen als vielmehr deren Schwankungen ins Bewußtsein treten, so werden wahrscheinlich Druckschwankungen intensiver empfunden als konstanter Druck. Barometerschwankungen, so minimal sie also sein mögen, werden wahrscheinlich eine wenn auch minimale Wirkung auf die Nerven ausüben. Ein anderes Agens sind alle Arten von Schwingungen, also Schall, Wärme, Licht, Elektrizität, und zwar in erster Linie deren Schwankungen. Trotzdem aber, daß es erfahrungsmäßig so minimale Intensitäten von Schall etc. gibt, die wir Menschen nicht empfinden, und trotzdem daß es Schwingungsgeschwindigkeiten gibt wie die der ultravioletten Strahlen, die wir gar nicht empfinden, und Schwingungsgeschwindigkeiten, die wir, gleich denen der verschiedenen Wärmefarben, nicht zu unterscheiden vermögen, müssen wir dennoch voraussetzen, daß jede Form, jede Intensität, jede Geschwindigkeit von Schwingungen ihre vollkommen gesonderte Wirkung auf die Nerven ausübt, wenn auch nur ein kleiner Teil derselben (insbesondere nur die intensiveren Schwingungen) uns ins Bewußtsein kommt oder von uns von verwandten Schwingungen deutlich unterschieden werden kann. Wirken muß ferner auf die Nerven jeder feste Körper, jede Flüssigkeit, jedes Gas, das auch nur eine minimale chemische Wirkung auf die Körperstoffe auszuüben vermag. Nun ist es aber bei dem Umstande, daß die chemischen Bestandteile der verschiedenen Tierarten jederzeit wenn auch noch so geringe Unterschiede zeigen, in hohem Grade wahrscheinlich, daß auch in der chemischen Konstitution der Schleimhautsekrete Differenzen bestehen und die Schleimhäute verschiedener Tiere daher auf ganz dieselben Stoffe ganz verschieden reagieren, daß also die Geschmacks- und Geruchsempfindungen verschiedener Tiere auch ganz verschiedene sind. Wenn wir die Feuchtigkeitswirkungen per nefas auch zu den chemischen Wirkungen rechnen wollen, dann liegt gar nichts Auffallendes darin, wenn Gase und Dämpfe, die für unsere Nase völlig indifferent sind, auf andere Tiere sehr energisch wirken. Miasmen, die wir nicht wahrnehmen, können von Tieren gerochen werden, weil sie in der Schleimhaut Reaktionen hervorrufen wie Hefe in Most.

Bei den meisten chemischen und nicht chemischen Aktionen, die uns nicht ins Bewußtsein treten, wird die Ursache dieses Übersehens wohl darin liegen, daß die entsprechenden Nervenerregungen von anderen, dem Gehirne oder dem Körper entstammenden Aktionen gleichsam überschrien oder verwischt werden. Der mit den Sinnen beobachtende Mensch befindet sich etwa in der Lage eines Astronomen, dessen Sternwarte in der Nähe einer belebten Straße liegt. Wie dieser Astronom feinere Differenzen oder Änderungen in Stellung, gegenseitiger Entfernung etc. der Sterne bei dem rastlosen Tanzen und Zittern der Bilder unmöglich wird messen und oft genug sogar unmöglich wird überhaupt wahrnehmen können,

so vollkommen auch seine Instrumente sein mögen, während ein anderer Astronom, der an einem ruhigeren, dem Verkehre entrückteren Orte beobachtet, selbst mit weit unvollkommneren Instrumenten Schwankungen der Sternbahnen auf Grund seiner ungleich genaueren Messungen wird nachweisen können, die jenem vollkommen unentdeckbar sind, so wird auch ein Mensch, dessen Seele intensiv thätig ist und sich nicht vollkommen inaktiv, indifferent machen, beruhigen lassen kann, eine Menge von Nervenreizen ganz übersehen, die einen anderen Menschen, der alle inneren Regungen niederzudrücken vermag, Nüancen in den Erscheinungen beobachten lassen, von deren Existenz jener keine Ahnung hat. In der Naturbeobachtung sind es namentlich die vorgefaßten Meinungen, die unbedachte Voraussetzung, daß man nur das oder jenes Bekannte zu sehen bekommen werde, die uns hindern, neue Einzelheiten zu entdecken. — Halten wir uns angesichts dieser Umstände nun die Thatsache entgegen, daß bei einem Mikromenschen das Gehirn im Verhältnisse zu den Sinnesnerven zehnmal kleiner ist. Alle der Seelenthätigkeit entstammenden störenden Einflüsse werden also mit zehnmal geringerer Intensität auftreten, und der Astronom (das Beobachtungsvermögen) ist gleichsam auf eine zehnmal ruhigere Sternwarte versetzt. Unter solchen Umständen werden noch zehnmal zartere Nervenerregungen klar vors Bewußtsein treten, ohne durch unwillkürlich auftauchende Vorstellungen oder Empfindungen zurückgedrängt, verdeckt zu werden. Man könnte auch sagen, ein Mikromensch hört ein Konzert in stiller Nacht, im einsamen Parke, während es der Mesomensch bei Tage auf dem Marktplatze hört. Es ist natürlich, daß letzterer von der Existenz der Harfe oder anderer zarter Instrumente gar keine Ahnung haben, ganze Melodien, piano vorgetragen, überhören und kalt bleiben wird, wo ersterer entzückt ist, ohne daß doch einer vollkommnere Ohren hätte als der andere. — Der Einwand ist hinfällig, wenn man meint, der Mesomensch könnte mit dem Mikromenschen rivalisieren, wenn er nur die Aufmerksamkeit entsprechend anstrengte, denn auch Mi kann die Aufmerksamkeit anstrengen und ist dann abermals zehnmal sensitiver als Me.

Die Theorie macht es daher wahrscheinlich, daß kleine Tiere Unterschiede im Barometerstande, in der Temperatur, im Ozongehalte der Luft, in der Feuchtigkeit, im elektrischen Zustande, in Vibrationen der Erde vor Erdbeben etc. klar empfinden, die uns vollkommen verborgen bleiben. Wenn wir aber aus gewissen Zuständen in der Natur auf ein nahendes Gewitter schließen können, so werden Kleintiere auf Grund anderer Naturzustände, die uns entgehen, auf andere künftige Naturereignisse schließen, von denen wir bis jetzt keinen sinnlich wahrnehmbaren Vorboten kennen. Die Kleintiere werden aber auch zeitlich und räumlich viel weiter liegende Dinge beobachten können als Großtiere. Wir merken gleichsam auf dem Markte das nahende Gewitter erst, wenn die Wolken den Himmel verdunkeln und der Schein der Blitze die Häuser erhellt, während der Klausner im Walde, ehe die Wolken den Himmel verfinstern und ehe die Blitze leuchten, bereits dem fernen Donner lauschte, den wir überhört haben.

Die im Vergleiche zu Großtieren überwältigende Macht der Sinne über das Gemeingefühl und die inneren Seelenregungen hat wahrscheinlich auf die Lebensweise der Kleintiere bedeutenden Einfluß. Ein Mesomensch mit seinem relativ massigen Gehirne wird intensiv genug seine Gedanken denken, um von den gleichzeitigen Sinneseindrücken nicht abgelenkt zu werden. Er wird selbst bei starken äußeren Eindrücken psychische Kraft genug haben, die Sinnesnerven »auszuschalten« (wie der mechanische Kunstausdruck lautet), wie wohl jeder zu denken Gewohnte aus eigener Erfahrung weiß. Der Mesomensch kann daher wohl sein inneres Seelenleben ziemlich frei, von den Sinnen unabhängig, entfalten. Beim Mikromenschen, der mit hundertmal weniger Nerven empfindet, aber mit tausendmal weniger Nerven denkt, wird die Seele zum Spielball der übermächtigen Sinne, und sein Wollen hat nicht Macht genug, die Ströme der Sinneseindrücke auszuschalten, wirkungslos zu machen. Der Geist des Mi wird kaum dazu kommen, mit psychischen Gebilden, Abstraktionen sich zu beschäftigen, weil die Sinneseindrücke immer wieder mit überwältigender Intensität seine Aufmerksamkeit fesseln. Wenn aber die von der Außenwelt unabhängigen Seelengebilde, die doch das eigentlich Individuelle des Menschen ausmachen, also sein Selbst unentwickelt bleibt, dann werden die Handlungen des Mi eben selbstlos, mit geringer Beziehung auf ein Ich. Diese grenzenlose Hingebung an die Außenwelt, das blinde Verlangen nach gewissen Dingen, die Aufopferung für einen Beruf bis zur Selbstvernichtung, die selbstlose Kooperation mit Genossen bei einem gemeinsamen Werke, das sind lauter Dinge, die thatsächlich uns seit langem bei den Insekten auffallen. Alle aber lassen sich erklären, wenn wir an dem Theorem festhalten, daß die Vorstellungen, Absichten, Empfindungen der Kleintiere unter der fortwährenden Herrschaft der Vorstellungen von der Außenwelt sich entwickeln. Die Außenwelt ist aber für alle dieselbe und wirkt auf alle gleich. Die Menschen bekriegen einander, weil ihre Gedanken ihrem Inneren entstammen; jedes Menschen Innere ist aber von jedem anderen verschieden.

Die obigen Entwickelungen drehen sich um die Behauptung, daß die Kleintiere unter der Herrschaft der Sinne stehen, und doch scheint aus gewissen Umständen das Gegenteil zu folgen. Es scheinen die Kleintiere sich zuweilen von den Sinnen vollständig zu emanzipieren und wie von einer dunkeln Macht getrieben Dinge zu verrichten, die mit Umständen in Zusammenhang stehen, welche scheinbar außer aller Verbindung mit den Sinnen liegen. Dieser Widerspruch wird aufgelöst, wenn wir in betracht ziehen, was das heißt: unter der Herrschaft der Sinne stehen. Wenn ich eine Fliege betrachte, so ist mein Geist doch einem Sinneseindruck zugewandt. Ist der Gegenstand meiner Aufmerksamkeit dann ein Nervenreiz im Inneren des Auges, etwa wie wenn ich Jucken an der Haut fühle? Keineswegs; sondern die Aufmerksamkeit gilt der Vorstellung, die auf Grund des Nervenreizes, des Netzhautbildes, sich gebildet hat. Wenn ich ein andermal einen Löwen im Felde treffe, so werde ich gewiß sehr erschrecken, und zwar stehe ich während dieses

Schreckens unter der Herrschaft der Sinne. Erschüttert mich dann das Netzhautbild? Nein. Erschüttert mich etwa die Vorstellung eines Tieres? Nein. Was mich erschüttert, ist die Vorstellung des Verderbens, das mich erreichen kann, da ich einem furchtbaren Raubtiere gegenüberstehe. Wenn wir also unter der Herrschaft der Sinne stehen, dann stehen wir nicht unter der Herrschaft der Sinnesnervenreize, sondern unter der Herrschaft der physischen Konsequenzen, die wir aus den Sinneseindrücken ziehen. Wenn wir also auf dem Markte plötzlich die schwarzen Wetterwolken erblicken, dann stehen wir wohl unter der Herrschaft der Sinne: nicht unter der Herrschaft der Vorstellung schwarzer Wolken, sondern unter der Herrschaft der Vorstellung des Unwetters, das uns nun bevorsteht. Eben unter der Herrschaft der Sinne wird uns dann aber die schönste Melone, die herrlichste Traube, die süßeste Feige des Marktes nicht mehr locken, das unmittelbar vor unseren Augen Liegende erblaßt vor der Vorstellung des Künftigen, und wir suchen blind ein schützendes Obdach. Wir ignorieren dann das sinnlich Nächste eben unter der Herrschaft der Sinne.

Übertragen wir dies auf den Mikromenschen. Der Mikromensch wird seiner Sensitivität zufolge nicht nur das Gewitter eine Stunde früher als wir, zu einer Zeit, da wir noch sorglos feilschen, am fernen Donnerrollen erkennen und über der Vorstellung des nahenden Gewitters alle Schönheiten der Naturprodukte vergessen, sondern er wird wohl schon einen Tag früher am Zittern der Erde das nahende Erdbeben erkennen und womöglich den Mauern entfliehen. Unter der Herrschaft der Sinne wird alles sinnlich Wahrgenommene durch die Furcht vor Kommendem geschlagen. Eben die überaus große Sinnlichkeit der Tiere wird sie dahin bringen, scheinbar alle Sinneswahrnehmung zu verachten und die fernblickendsten Handlungen auszuführen. Die Mikromenschen würden weit besser in die Zukunft (soweit es sich um Naturerscheinungen handelt) blicken als wir und würden infolgedessen noch weit weniger die Gegenwart genießen, als wir, weil die Schrecken und Freuden der Zukunft zu positiv vor die Seele treten würden. In Naturdingen steht somit das Mikrotier der Allwissenheit näher als wir (wenn man sich extrem ausdrücken will).

Wie haben wir uns nun auf Grund der bisherigen Erörterungen das Seelenleben des Mikromenschen oder, um freiere Hand zu haben und durch menschliche Zivilisation nicht gebunden zu sein, eines Mikrotieres vorzustellen?

Die Daten, auf die wir uns stützen sollen, sind folgende Hypothesen:

Den Nahrungsbedarf für eine bestimmte Zeit (z. B. einen Tag) schleppt Mi mit zehnmal geringerer Anstrengung herbei als Me (weil er ein zehnmal größeres Tragvermögen hat).

Eine Wohnung (Höhle, Zelle etc.) fertigt Mi mit zehnmal geringerer Anstrengung als Me.

Nahende Gefahren (soweit sie meteorologischer Natur sind) erkennt Mi, wenn sie in noch viel — sagen wir der einfacheren Rechnung wegen

zehnmal — fernerer Zukunft liegen, als sie liegen, wenn sie für Me erkennbar werden.

Jede Arbeit wird von Mi in zehnmal kürzerer Zeit vollendet als von Me (wir wollen ihm die hierzu erforderliche sehr starke Atmung und Durchblutung zuschreiben, nachdem sie bei den Insekten thatsächlich vorhanden zu sein scheint).

Das Hauptresultat der Entwickelung wird sein, daß wir bei Mi weitausblickende Vorsorge durch Bauthätigkeit und Vorratsammeln erwarten dürfen. — Ich verhehle mir hier durchaus nicht, was der Leser wohl denkt, daß nämlich die Theorie den Thatsachen zuliebe zugeschnitten ist. Es soll aber der schwanken Theorie nach Thunlichkeit innere Konsequenz gegeben werden.

Mi wird wohl im Laufe seines Lebens oft, sei es aus Laune, sei es aus anderen Ursachen, den momentanen Wunsch haben, dieses oder jenes Werk auszuführen, sei es auch nur, in jene Beere zu beißen, jene Blüte in der Nähe zu sehen, jenes Sandkorn beiseite zu schieben, um darunter Liegendes zu erreichen. Während Me solche momentane Absichten nur selten ausführt, weil er die Mühe scheut, nur dringenderen Verlangen nachgibt und am liebsten im alten Geleise der längst erprobten und vor allem der direkt nützlichen Arbeiten bleibt und somit wenig Erfahrungen sammelt, wenig kennen lernt, was nicht im eintönigen Tagewerke liegt, wird Mi, dem jede Arbeit fast mühelos ist und dessen Werk bereits vollendet ist, ehe noch ein Zwischenfall seine Aufmerksamkeit abgelenkt hat und ehe der Geist ermüdet ist, selbst leisen, zufälligen, mit seinen Bedürfnissen nicht zusammenhängenden Verlangen nachgeben und die psychische Vorstellung sofort zu einem materiellen Werk realisieren. Mi nimmt sozusagen einen selbstloseren, höheren Standpunkt ein, hat weiteren Gesichtskreis.

Wie sehr die Scheu vor Mühe von der allernützlichsten Handlung abhält, können wir an uns selber beobachten. Jahrelang ertragen wir den Zahnschmerz, weil wir zu dem einmaligen kurzen Schmerz des Zahnreißens uns nicht entschließen können; jahrelang ärgert uns ein Fleck oder ein Splitter am Schreibtisch, und wir entschließen uns nicht, den Schaden ausbessern zu lassen; jahrelang ärgern wir uns, daß wir gewisse Konstanten nicht auswendig wissen, und schlagen sie bei jeder Berechnung wieder in den voluminösesten Werken auf und können uns nicht entschließen, eine Viertelstunde einfürallemal ihrem Memorieren zu widmen. Schäden im Dache, im Fenster, in den Mauern werden jahrelang stehen gelassen und alle lästigen Konsequenzen hingenommen, um nur die Mühe des einmaligen Ausbesserns zu ersparen. Diese Arbeitsscheu ist die Hauptursache aller Arten von Vernachlässigung bei den Menschen; sie ist bei den Mi auf ein Zehntel reduziert, und so können wir erwarten, daß Mi durch einfache Arbeiten sich eine Menge Erleichterungen verschaffen, eine Menge Leiden ersparen wird, die Großtiere zum Schaden ihrer Gesundheit stumpf hinnehmen. Ebenso wird Mi voraussichtlich seine Arbeiten ungleich netter, reiner ausführen als Me. — Wenn wir ein Werk versucht haben, beispielsweise aus Baumstämmen uns ein Haus zu bauen unternommen und es aus Unlust nur halb fertig

gebracht haben, wird es seinen Zweck nicht etwa halb, sondern geradezu gar nicht erfüllen, und wir haben keine größere Sicherheit in ihm, als wenn wir gar nichts gebaut hätten. Dies verstimmt, und wir versuchen nicht wieder, die Kraft so nutzlos zu verschwenden. Anders bei Mi; hier ist das Haus in kürzester Zeit mit kleiner Mühe hergezaubert und Mi genießt vollständig den Erfolg seiner Arbeit, indem er wirklichen Schutz findet. Der unmittelbare Vorteil ist aber ein Sporn zu weiteren solchen Arbeiten, und während die besten Pläne bei Me aufgegeben werden, weil sie, schlenderisch ausgeführt, keinen nennenswerten Nutzen gebracht haben, wird Mi selbst bei der Anlage verfehlter Werke wohl noch etwas Gutes herausfinden. Während also die Praxis den Bautrieb bei Me durch Verstimmungen zurückdrängt, fördert sie ihn bei Mi durch Erfolge. Mi wird wohl viel klarer sich vorstellen können, was er will, als Me, weil Mi durch seine vielen Versuche viele Erfahrungen gesammelt und seine Glieder an verschiedene Bewegungen gewöhnt hat, was bei Me nicht der Fall ist. Wenn Mi und Me je für sich eine Wohnstatt schaffen wollen, ist Mi etwa derart im Vorteil, wie ein an tausenderlei Handlangereien und Handarbeiten gewöhnter Hausknecht einem nie zugreifenden, ewig nur im Geiste konstruierenden Schulmeister gegenüber.

Beim Erkennen einer nahenden Gefahr werden Me und Mi sich sehr verschieden benehmen. Wenn Me die nahende Gefahr, den Sturm, den Regen, die Kälte, das Gewitter, die Dürre, erkennt, ist sie bereits sehr nahe. Me wird angsterfüllt sich zu retten und zu schützen trachten. Me hat dann keine Zeit mehr, sich eine Höhle zu graben, ein Haus zu bauen, und wird nur suchen, möglichst schnell zu entfliehen und zu entdecken, wo er einen bereits fertigen Zufluchtsort erspäht. Ganz anders Mi. Er weiß, daß die Gefahr erst nach langer Zeit, z. B. nicht nach einer Stunde, sondern erst am folgenden Tage droht. Anderseits hat er das Bewußtsein, überaus rasch und leicht zu arbeiten; er mißtraut seinen Kräften nicht und hat keinen Grund, beim Zufalle Rettung zu suchen; es ist sogar wahrscheinlich, daß er viel eher und leichter sich selbst eine Wohnung baut, als einen geeigneten Zufluchtsort irgendwo entdeckt. Er wird daher wohl auch angsterfüllt Rettung suchen, aber nicht durch Flucht, sondern bei sich selbst, indem er einfach ein Haus sich baut, eine Maus als Loch, eine Biene als Zelle, ein Vogel als Nest. Der vorsorgliche Wohnungsbau wäre dann ebenso ein direktes Produkt der Angst, wie bei den Großtieren die Flucht. Dem Mi ist das Bauen, dem Me das Fliehen das Leichtere und somit Natürlichere. — Es ist vielleicht bei Mi ebenso wie bei Me der Fall, daß das, was man hat, an Wert verliert, und das, was man wünscht, erhöhten Wert hat. Menschen, die stets die Gefahr vor Augen haben, in die man durch momentane Geldnot geraten kann, scharren immer wieder Geld zusammen, und wenn sie Besitzer von Millionen sind. Was sie haben, sehen sie nicht, und ewig aktiv ist in ihrer Seele die Idee des Sichschützens, d. h. etwas zu thun zu seinem Schutze. Ebenso sieht man, daß aufgeregte Leute, die zum Schutze eines lieben Wesens ein einziges Tuch brauchen, rastlos immer neue Tücher herbeischleppen, auch wenn sie sehen, daß dies keineswegs als Ausdruck des guten Willens, sondern als das, was

es ist, nämlich als eine geistige Verranntheit in eine Aktion angesehen wird. Wir dürfen wohl voraussetzen, daß auch die Mi, wenn das Vorgefühl, das Bewußtsein einer künftigen Gefahr sie erschrocken, aufgeregt macht, in die Idee des Sichschützens sich verbohren und immer neue Häuser bauen, namentlich nachdem dies ihnen sehr geringe Mühe macht und sie damit ja so gut wie nichts versäumen. Die Biene braucht ja nur den allerkleinsten Teil ihrer Zeit und Kraft zur Fristung des eigenen Lebens.

Wenn die Kleintiere sich Winterwohnungen bauen, ist es vielleicht nicht die Vorahnung des Winters, die sie bereits im Frühjahre empfinden. Viel wahrscheinlicher ist es, daß sie alle Augenblicke Anzeichen eines Regens, eines Witterungsumschlages fühlen und jedesmal in ihrer Aufregung zu bauen anfangen. Das muß allerdings im Laufe eines Sommers zu einem ziemlich weitläufigen Werke führen. — In bezug auf das Nahrungsammeln lassen sich auch psychologische Analogien zwischen Me und Mi voraussetzen. Wenn wir im Walde beim Himbeerpflücken von einem aufsteigenden Gewitter überrascht werden, trachten wir noch im letzten Augenblicke vor unserer Flucht möglichst viel von den schönsten Beeren zu pflücken. Dieses Verlangen, bei nahender Gefahr noch im letzten Augenblick möglichet viel an sich zu reißen, dürfen wir wohl auch bei Mi voraussetzen; Mi hat aber den großen Vorteil, das Ansichreißen, Mitnehmen ohne große Anstrengung ausführen zu können und das Bewußtsein zu haben, daß die Gefahr noch weit ist und bis zu ihrem Eintritt sich noch sehr viele von seinen überaus raschen Handlungen ausführen lassen. Was bei uns also ein momentanes Znsammenraffen ist, wird sich bei Mi, der so großen Spielraum vor sich sieht, zu einer Kette von Handlungen, zu stundenlangem Einheimsen entwickeln. Wenn wir uns noch des obigen Geizhalses erinnern, dann wird es uns nicht auffallen, daß Mi trotz vorhandener Vorräte bis zum Eintritte der Gefahr immer noch ängstlich einheimst. Wenn dieses Einheimsen im Laufe des Sommers durch mehrere Witterungswechsel hervorgerufen wird, hat es den Anschein, als geschähe es des Winters wegen. Daß die Aufregung der Furcht bei Mi eine so tiefgehende, blinde sei, ist wohl wahrscheinlich, wegen des großen Übergewichtes der Sinne über die Überlegung.

Es läßt sich ein Umstand geltend machen, der die Sensitivität der Kleintiere unter Umständen illusorisch machen kann. Wer je in der Nähe eines tönenden Nebelhornes war, wird wohl den Versuch gemacht haben, seine Stimme mit der des Nebelhornes zu messen. Man macht hierbei eine überraschende Bemerkung. Wenn nämlich eine noch so große Anzahl von Menschen aus voller Kehle brüllt, so ist ein Zuhörer außer stande, auch nur das mindeste zu merken, daß irgend welche menschlichen Töne vorhanden sind. Ein Schreiender selbst hat das absonderliche Gefühl, als würde seine eigene Stimme absolut versagen, als käme aus seiner eigenen Kehle nicht der mindeste Ton. Ebenso bemerkt man bei Sonnenlicht, wenn man eine noch so starke Lampe anzündet, nicht den mindesten Zuwachs an Licht. Dennoch hat man in der Nähe des Nebelhornes keineswegs die Empfindung, als wäre die In-

tensität seines Schalles überaus vielmal, sagen wir hundertmal, stärker als starke Geräusche des täglichen Lebens; und ebensowenig kommt uns die Intensität des Sonnenlichtes dem Lichte eines Ballsaales gar so vielmal überlegen vor. Es kommt dies bekanntlich daher, daß der zehn-, hundert-, tausend-, zehntausendfache Schall oder Licht uns nur etwa als zwei-, drei-, viermal stärkere Empfindung ins Bewußtsein tritt. Müßte nach diesem Analogon der ganze Vorteil, den Mi aus der relativen Ohnmacht und Ruhe seines Gehirnes und Gemeingefühles für seine Sensitivität minimalen Reizen gegenüber zieht, nicht dadurch verloren gehen, daß die schwachen Nervenreize durch die starken überschrien werden? Es läßt sich dies wohl kaum bezweifeln. An demselben Orte, z. B. auf demselben Marktplatze, würde Mi wohl fast um nichts besser hören als Me, weil die starken Geräusche des Marktes bekanntlich selbst solche Geräusche übertönen, die selbst wir Me mit unseren wenig sensitiven Ohren noch keineswegs zu den leisen rechnen. Die Überlegenheit des Ohres des Mi würde sich erst an sehr stillen Orten zeigen, gleichwie die größere Empfindlichkeit des Mi-Auges erst an dunkleren Orten evident würde. Hier kommt aber den Mi der Umstand zu statten, daß ein Sinn den anderen sehr wenig stört, man also trotz hellsten Sonnenscheines sehr fein hören, trotz Trompetentones sehr fein riechen kann. Änderungen im Luftdruck, in der Temperatur, im Ozongehalt der Luft, in der Luftfeuchtigkeit etc. könnte Mi daher trotz des Getriebes der Umgebung sehr fein erkennen.

Aus der Kleinheit des Gehirnes kann man, wie ich vermute, auch einige Folgerungen über die Seelenthätigkeit der Kleintiere ziehen. Wenn man im Opernhause einmal mit geschlossenen Augen nur die Musik hört und ein zweitesmal mit geöffneten Augen auch noch überdies die Vorgänge auf der Bühne und die ganze Szenerie sieht, dann hat man im zweiten Falle wohl die doppelte Empfindungsmenge, weil die doppelte Anzahl von Nerven, nämlich außer den Gehörs- auch noch die Sehnerven erregt sind. Die Empfindungsmenge kann man nach dieser Auffassung der Anzahl der erregten Nerven proportional setzen. — Wenn man einmal eine Mittags-, ein andermal eine Vollmondlandschaft betrachtet, ist wohl in ersterem Falle die Empfindungsmenge eine größere, weil die Nervenerregung eine intensivere ist. Nach dieser Auffassung ist die Empfindungsmenge auch der Intensität der Empfindung proportional. Wenn man noch voraussetzen will, daß der Stoffwechsel in den erregten Nerven der Erregung proportional ist, kann man auch sagen: Die jeweilige Empfindungsmenge ist der Stoffzersetzung proportional, die im Gehirne stattfindet. Dann ist aber im Gehirne eines Mikromenschen die Empfindungsmenge tausendmal geringer als bei einem Mesomenschen. Es heißt dies noch nicht notwendigerweise, daß Freude und Schmerz tausendmal weniger intensiv sind, gleichwie ja das Mikro-Auge das Licht nicht weniger intensiv empfindet als das Meso-Auge; es wird aber vielleicht weniger empfinden in dem Sinne, daß das Mikro-Auge mit seiner kleineren Netzhaut weniger Lichteindrücke empfängt als das Meso-Auge.

Es ist aus Gründen, die hier nicht erörtert werden können, wahr-

scheinlich, daß aus dem zehnmal kleineren Radius des Mikrogehirnes folgt, daß die Analyse der Vorstellungen oder Handlungen bei Mi zehnmal weniger tief geht als bei Me. Unter Analyse ist aber hierbei etwa folgendes zu verstehen: Wir können mit Einem Blicke des Geistes beispielsweise das große Gemälde KAULBACH's, den Turmbau von Babel, erfassen. Wir haben dann nicht nur einen chaotischen Totaleindruck wie beim Anblick eines dicht belaubten Baumes, wobei uns die Blätter einzeln nicht ins Bewußtsein kommen. Wir erkennen im Gemälde vielmehr die einzelnen Gruppen. Aber jede Gruppe stellen wir uns wieder nicht als eine allgemeine Masse vor, sondern zerlegen sie in einzelne Figuren, und in demselben Momente sind uns sogar von den einzelnen Figuren noch wenigstens einige besonders hervorragende Körperteile individuell bewußt, während andere Körperteile, ja manche ganze Figuren aus unserem Bewußtsein völlig verschwinden, wenn wir das Bild in seiner Gesamtheit uns vorstellen wollen. Es läßt sich aber nicht bezweifeln, daß ein geübter Fachmann, ein Maler, in der gleichzeitigen »Analyse« — und jetzt ist der Sinn des Wortes vielleicht klar — weit tiefer wird gehen können, dergestalt, daß in einem Momente ihm weit mehr Teile, Teilesteile und Teilesteilesteile bewußt sind als uns. Es ist also wie gesagt wahrscheinlich, daß Mi seine Vorstellungen in weniger Teile und Teilesteile zerfällen kann als Me. Wenn aber die Zahl der Elemente der Vorstellungen eine geringere ist als bei uns, dann ist auch die Zahl der möglichen Typen eine ganz überraschend geringe. Wie außerordentlich schnell die Zahl der möglichen Typen sinkt, mag man aus der verwandten Thatsache schließen, daß man 10 Elemente in einer Reihe in vierthalb Millionen Formen anordnen kann, während, wenn man die Anzahl der Elemente nur auf die Hälfte, d. h. auf 5 reduziert, die Zahl der möglichen Formen bereits auf die minimale Zahl von 120 sinkt; das sind dreißigtausendmal weniger Typen. — Was unter Analyse der Handlungen zu verstehen sei, ist nun leicht erkannt. Es ist dies die ideelle Zerlegung eines ausgebreiteten Unternehmens in Teilaktionen, derselben in Einzelhandlungen u. s. w., bis zu den einzelnen Handbewegungen oder gesprochenen Erklärungen, Befehlen etc. herab. Das Zusammenschwinden der Zahl der möglichen Handlungen, wenn die Menge der Teilhandlungen reduziert wird, geschieht nach ganz denselben Gesetzen. — Das Denken, die Seelenthätigkeit des Menschen dreht sich doch zumeist um Vorstellungsbilder und Handlungen. Dann können wir auf Grund obiger Entwickelungen das Gleichnis aussprechen, daß das Denken eines Mi sich zu dem eines Me etwa so verhält, wie ein Menuett zu einer WAGNER'schen Oper oder wie ein Parkettmuster zu einem KAULBACH'schen Kolossalgemälde oder wie Schachfiguren zu einer Giebelgruppe oder wie ein Schneeglöckchen zu einem Orchideenhaus. Wenn Mi immer in denselben wenigen Formen denkt, wird er sich in dieselben viel mehr vertiefen als Me in die Überfülle seiner Bilder, etwa wie die Autoren der älteren Choräle, deren gesamte Musik sich in wenigen Tönen und wenigen Klangfiguren bewegte, ungleich inniger, tiefer jeden leisesten Klangeffekt empfanden und unterschieden, als die modernen Musiker ihre Tonmeere geistig zu verdauen vermögen. Die Mikromenschen werden daher ihre

beschränkten, elementaren Verhältnisse wahrscheinlich viel klarer, viel tiefer durchschauen, als wir unsere komplizierten. In dem beschränkten Kreise von Thätigkeiten, die ein Kleintier ausübt, mag es ein Necrophorus oder ein Geotrupes oder eine Biene etc. sein, wird es daher wahrscheinlich überraschend tiefes Verständnis zeigen, während andere für unser Auge kaum merklich entlegene Thätigkeiten ihm vollkommen unbegreiflich erscheinen, weil sie ihm zu kompliziert sind. Jeder Pädagog erfährt es wohl, daß Kinder im Bereiche einfacher Vorstellungen geradezu genial sein können, während nur wenig kompliziertere Verhältnisse, Kenntnisse ihnen völlig unverständlich sind. — Es ist auch wahrscheinlich, daß die Vorstellungen der Kleintiere einen stark mathematischen Charakter haben. Wenn wir Menschen uns einen Körper schlechtweg denken sollen, z. B. wenn von den allgemeinen Eigenschaften der Körper die Rede ist, werden wir wohl fast immer uns einen rundlichen Klumpen vorstellen, und nur weil wir gar zu sehr gewohnt sind, an jedem Körper unserer Umgebung eine reiche Gliederung zu finden und uns dieselbe behufs Unterscheidung der Dinge immer vor Augen halten müssen, denken wir uns den Klumpen etwas unregelmässig verzogen, wie einen Felsblock. Ich glaube, daß ein Kleintier die Körper sich instinktiv geradezu als mathematische Kugeln denkt. Daß die Kinder thatsächlich auch zur Kugelvorstellung inklinieren, beweisen sie durch ihre Zeichnungen von Menschen. Kopf und Rumpf sind je durch einen Kreis, resp. ein Oval dargestellt. Auch kann man in jeder Malerakademie beobachten, wie schwer die Zöglinge sich das Abdrechseln, Abrunden aller Formen abgewöhnen. Erscheint doch selbst bei Raphael's Skizzen alles abgekugelt. Was schlechterdings nicht als kugelig vorgestellt werden kann, weil eine einzelne Dimension allzu vorherrschend ist, wird wohl als gerade Linie vorgestellt, d. h. die beiden kleineren Dimensionen werden ganz weggelassen. Es entspricht dieser Auffassung auch der Umstand, daß Kinder in ihren Menschendarstellungen Arme und Füße durch gerade Striche bezeichnen und dies viel ausdrucksvoller, auf ihre Phantasie viel natürlicher einwirkend finden als detailliertere Darstellungen. Gleichwie die Ägypter sich durch die geometrische Gestalt der Pyramide und des Obelisken besonders befriedigt fühlten, fühlt sich wohl die Biene durch die sechseckige Zelle besonders befriedigt, denn für das Auge ist jeder Eindruck wohlthuend, den der Geist vollkommen in allen Einzelheiten durchschauen, erfassen kann.

Wenn endlich bei einem Dinge zwei Dimensionen überwiegen, wird der Mikromensch wohl die dritte ganz ignorieren und den Gegenstand als ebene Fläche auffassen. Zeigt sich doch selbst bei uns Mesomenschen, trotz unseres außerordentlichen Zergliederungsvermögens, daß die meisten Menschen die Blätter der Pflanzen in der Erinnerung sich als ebene Flächen ohne Dicke vorstellen, während es doch sehr wenige Pflanzen mit wirklich annähernd ebenen Flächen gibt und die meisten eine recht merkliche Dicke besitzen.

Aus diesen Ansichten von den Vorstellungen der Kleintiere lassen sich Ansichten über Willen und Empfinden derselben ableiten. Die

wenigen und einfachen Vorstellungen können wohl nur wenige und einfache Gefühle erwecken. Die Gemütserregungen, wie Zorn, Furcht etc. werden durch keine Nebenumstände modifiziert und erscheinen in sehr reinen und sozusagen bedingungslosen Typen. Die Furchtsamkeit der Maus ist nahezu die absolute Furchtsamkeit; der Haß der Königinnen der Bienen ist nahezu der absolute Haß; der Blutdurst der Marder steht im schroffen Gegensatze zu dem der Großtiere durch seine Bedingungslosigkeit, Schrankenlosigkeit.

Ebenso absolut, bedingungslos, rein, unnüanciert wird wohl auch der Wille auftreten, weil das Vorstellungsvermögen modifizierende Umstände nicht leicht zu fassen vermag. *Dieser unnüancierte Wille der Kleintiere ist wohl die Quelle des Begriffs des Instinktes, des blinden Willens.*

So wie die Vorstellungen von Körpern gegen die Kugel, die Gerade und die Ebene intensiv, zwingend gravitieren, so gravitiert bei Kleintieren wohl auch der Wille zwingend nach primitiven, gleichsam mathematischen Formen. Daraus folgt aber, daß die Kleintiere ihre charakteristischen Fertigkeiten ungleich schneller erlernen müssen als die Großtiere, bei denen die Phantasie einen weiten Spielraum hat, leicht die verschiedensten Nebenformen faßt und weit weniger nach Urtypen der Vorstellungen gravitiert als bei den Kleintieren. Dies stimmt aber mit den Thatsachen.

Kugel bleibt Kugel, gerade bleibt gerade und unbedingte Mordlust bleibt unbedingte Mordlust, in wie viel Seelen sie auch vorgestellt, resp. empfunden wird. Die Seelengebilde und Seelenaktionen aller Individuen derselben Art der Kleintiere sind also gewissermaßen kongruent, im Gegensatz zu den höchst individualisierten Seelenfunktionen der Großtiere. Diese Gleichheit macht aber das Zusammenarbeiten möglich und erleichtert die Entwickelung geselligen Lebens. Kleintiere sind also zu gemeinsamen Arbeiten hervorragend geeignet. Und dies stimmt abermals mit den Thatsachen.

Es verdient bemerkt zu werden, daß diejenigen Formen, die man einem Materiale am leichtesten und natürlichsten gibt und die zugleich die Natur am häufigsten bietet, gerade die Kugel-, Stab- und Flächen-Form sind. Man denke an die typischen Küchenprodukte, die Klöße, die Nudeln, den ausgewalkten Teig; man denke an die Bälle, die Fäden, die Gewebe; man denke an die Knollen, die Zweige, die Blätter, an die Knochen und an die Häute. Auch Höhlen sind am leichtesten in kugeliger Form zu graben. Daraus folgt aber, angesichts der Freude der Mi an Kugeln, Linien (Stäben) und Flächen (Platten, Lamellen), daß einerseits die typischen Naturformen das freudige Interesse der Mi auf sich lenken oder daß die Mi an der Natur Freude finden werden; daß anderseits die Mi Freude finden werden an denjenigen Formen, die sie ihren Werken am leichtesten zu geben vermögen. Der Gedanke liegt hier darin, daß Natur, Technik und Schönheitsgefühl sich in denselben Formen begegnen. Die zufälligen spezifischen Eigentümlichkeiten des Mikrohirnes bringen es mit sich, daß ihm gerade die Formen am meisten gefallen, welche zufällig die Natur am reichlichsten bietet und welche zufällig

die Handfertigkeit am leichtesten herstellt. Könnten aber nicht zufällig auch das Gegenteil der Fall sein? Könnten nicht zufällig gerade die in Natur und Technik häufigsten Formen den Mikrogehirnen als widersinnig, unvorstellbar in hohem Grade widerlich sein, etwa wie uns Mesomenschen das Wirre, das Zusammengewürfelte etc.? Müßte die Folge nicht Widerwillen gegen die Natur und gegen die eigenen Werke sein? Was sollte dann den Mi Lebensfreude geben, wenn die ständige Umgebung, die Natur widerlich ist?

Es drängt sich hier die Frage auf, ob unsere eigene Freude an der Region der Natur, die wir erfassen (anderen Wesen könnten die Planeten als kleine Sandkörner, noch anderen die Sandkörner als Sonnensysteme erscheinen), nicht auch ihre Ursache im zufälligen Zusammentreffen psychischer Bedürfnisse einerseits und physischer Gesetze und Relationen anderseits haben könnte, während thatsächlich bis heute von mancher Seite aus unserem Innern a priori die Trefflichkeit, die Schönheit der Welt als etwas Notwendiges abzuleiten versucht wird.

Wir können nun das Seelenleben des Mikromenschen, soweit es von der Körpergröße abhängig zu sein scheint, zu einem Charakterbilde zusammenfassen.

Der Mikromensch ist überaus sinnlicher Natur und ist nur höchst geringer Selbstbeherrschung fähig. Liebt er Wein, so berauscht er sich, so oft er Wein findet; liebt er Fleisch, so läßt er alles und stürzt auf das Fleisch zu, wenn er es irgendwo erblickt; der Duft von Speisen zieht ihn unwiderstehlich an. Die Sinne sind an sich nicht besonders leistungsfähig. Das Auge hat zu wenige und zu dicke Nervenenden, schon in geringer Entfernung erscheint alles verschwommen, Entfernungen schätzt er schlecht und akkommodiert sich fast gar nicht. Mit den nervenarmen, schwachen Instrumenten, den Sinnen (relativ sind sie allerdings überreich an Nerven) vermag aber Mi weit vollkommener wahrzunehmen als Me; er empfindet, was für uns noch tief unter der Grenze der Wahrnehmbarkeit liegt, und er mißt physikalische Faktoren mit seinen Sinnen, auf die unsere Sinne nicht reagieren. Auf Grund minimaler Nachwirkungen und minimaler Vorzeichen von Naturerscheinungen vermag Mi daher ungleich tiefer in die Zukunft, ungleich tiefer in die Vergangenheit zu blicken als wir, und die Gegenwart ist ihm in gewissem Sinne indifferenter als uns.

Mi ist durch und durch Mann der That und schneller Entschlossenheit. Er vollführt alle Handlungen zehnmal schneller als wir; in Momenten des Drängens, der Eile, wo wir alles liegen und stehen lassen müssen, findet er noch Zeit, eine Reihe von Werken auszuführen. Er arbeitet spielend leicht und sucht daher Schutz oder Material nicht durch Zufall zu finden, sondern schafft sie sich sofort als Kunstprodukte mit Hilfe seiner vollkommenen Werkzeuge. Seine Vorstellungen sind sehr einfach, aber um so tiefer werden sie geistig verdaut, um so gründlicher verstanden, und dem entsprechend ist er in den Arbeiten, zu denen er befähigt ist und denen er seine Anschauungen entnimmt, scharfsinnig. Seine Leidenschaften sind kräftig und treten zumeist in ihrer ganzen Hef-

tigkeit, in ihrer reinen, vollen Gestalt auf. Seine Thätigkeiten rufen den Eindruck des blinden Instinktes hervor.

Diese Übelstände zu mildern, gibt die Natur uns wohl keine Mittel in die Hand. Auf dem Gebiete des Geisteslebens scheinen also die Verhältnisse für Mesomenschen weit günstiger zu stehen, gleichwie auch das Hauptwerkzeug des Geistes, das Auge am besten bei Mesomenschen sich bewährt.

So viel von den Sinnesnerven. Von den motorischen Nerven ist bereits gesagt worden, daß sie in Σ Mi zwar der Masse nach genau so viel sind als in Me, daß sie aber zehnmal kürzer und dafür in zehnmal größerer Zahl vorhanden sind; daß somit auf die Volumeinheit Mi zehnmal mehr motorische Nerven entfallen als in Me. Wenn wir aber diese Nerven lediglich als Leitungsorgane ansehen dürfen, dann müssen wir dem reduzierten Mi neun Zehntel seiner motorischen Nerven nehmen; wenn wir dies nicht thun, dann riskieren wir, daß bei der ersten grösseren Emotion durch die enorme Nervenaktion die gesamte Muskulatur in einen Zustand derartig hochgradiger Überreizung versetzt wird, daß eine Lähmung sämtlicher Gliedmaßen eintritt, und die schädlichsten Überanstrengungen wären an der Tagesordnung. — Wenn wir nun neun Zehntel der motorischen Nerven thatsächlich kassieren, dann sind wir in Verlegenheit, was wir mit der kassierten Menge anfangen sollen. Hartteile, Muskeln, Sinnesnerven konnten wir zur Bildung neuer Organe verwenden; für die überschüssigen motorischen Nerven gibt es also schlechterdings keine Verwendung. Es wird dadurch klar, daß kleinen Tieren eine verschwindende Menge von motorischen Nerven genügen kann, sowie daß kleine Tiere weit öfter als große sich überarbeiten.

Kreislauf des Blutes. Da das Blut in den Arterien und Venen zehnmal langsamer fließt, als es fließen könnte, so dürfen wir beim reduzierten Mikromenschen den Querschnitt der Adern auf ein Zehntel reduzieren, ohne den Kreislauf theoretisch zu schädigen. Dadurch wird aber die Menge des Blutes auf fast ein Zehntel reduziert. Wenn wir das thun, dann wird das Blut von Σ Mi nur zehnmal weniger Nährstoffe, Sauerstoff etc. in sich führen als in Me. Die im Blute aufgespeicherten Stoffe werden zehnmal schneller verzehrt sein und die Notwendigkeit neuer Nahrungsaufnahme, der physiologische Hungerzustand, tritt zehnmal schneller ein. Vielleicht hat das enorme, keine Pausen vertragende Freßbedürfnis so vieler kleiner Tiere teilweise auch hierin seine Ursache.

Es läßt sich die Frage aufwerfen, ob nach dem Vorbilde der niederen und kleinen Tiere nicht auch für Mi ein röhrenförmiges, langes Herz zweckmäßiger wäre als ein kugelförmiges. Wenn man in dieser Frage den Blutdruck für maßgebend hält, dann läßt sich vom Standpunkte der Mechanik kaum ein Argument zu gunsten der Röhrenform anführen. Bei gleicher Wanddicke und halbem Radius (und einer Länge $= 4\,r$) hat ein Röhrenherz denselben Blutdruck wie ein Kugelherz, und sowohl beim Kugel- als auch beim Cylinderherz kann man den Blutdruck beliebig steigern oder vermindern, je nachdem man die Wände dicker

oder dünner macht. Das Volumen des betreffenden Herzens wird dann entsprechend kleiner oder größer. In dem Maße, als der Blutdruck gesteigert wird, wird aber die Blutmenge, die durch einen Herzschlag disloziert wird, kleiner, und wievielmal man den Druck kleiner macht, sovielmal wird das Volumen des ausgestoßenen Blutes größer. Die Röhrenform hat das Arthropodenherz daher mutmaßlich nicht eines mechanischen Vorteiles wegen.

Verdauung. Wenn ein Me-Mensch ein Gewicht von 100 kg und eine Darmwandfläche von 1 m^2 hat, dann wird jedes kg des Menschen durch 1 dm^2 Darmwand ernährt. Die spezifische Darmfläche wäre somit 1 dm^2 pro kg. Bei Σ Mi kommen auf jedes kg bereits 10 dm^2, d. h. die Darmwand des Mi ist zehnmal größer, als sie Mi braucht, um sich ebensogut zu ernähren wie Me. Wir können daher beim reduzierten Mi-Menschen über neun Zehntel des Darmmateriales verfügen und können es zum Aufbaue der verschiedensten Hilfsapparate verwenden.

Wärmeverlust. Mi kühlt zehnmal leichter ab als Me. Wollen wir daher dem reduzierten Menschen seine hohe Temperatur sicherstellen, so müssen wir den übermäßigen Wärmeverlust verhindern. Dazu gibt es aber eine Reihe von Mitteln.

Wir können ihn erstens nur in sehr heißen Klimaten leben lassen. Das wäre indessen wohl die allerproblematischeste Hilfe. Wir könnten seine Körperoberfläche möglichst verkleinern. Die kleinste Oberfläche hat unter allen Körpern die Kugel; wir müßten ihm also eine möglichst kurze, rundliche Form ohne Einschnürungen, Einsattelungen, ohne lange, abstehende Gliedmaßen geben. Er würde dadurch lemmingähnlich. Wir könnten ihm drittens ein wärmendes Kleid geben, das aber, wie oben gesagt worden, nur nach seiner absoluten Dicke wirksam ist. Solcher Kleider hat die Natur nur Eines geschaffen: das Federkleid des Vogels. Wir könnten also dem Mi ein Federkleid geben und dieses möglichst kugelig, rundlich formen, etwa wie bei den Singvögeln. Wir könnten viertens seine Wärmeproduktion steigern, wie es die Natur bei den Vögeln gemacht hat. Es läßt sich nun fragen: soll diese Wärme als eine Parallelerscheinung der Muskelarbeit erscheinen, wie bei einem Turnenden, oder soll sie durch Verbrennungen im Blute entstehen, wie bei einem Spirituosentrinker? In beiden Fällen muß die Nahrungsaufnahme bedeutend gesteigert werden. Im letzteren Falle findet aber Stoffverschwendung statt, im ersteren hingegen wird von den Nerven und Muskeln gefordert, daß sie sich nach jeder Anstrengung so außerordentlich schnell erholen, wie dies wohl bei keinem Säuger vorkommt. Dies erfordert eine überaus starke Durchblutung der Körpers und darum auch eine Vergrößerung nicht nur der Masse des Herzens behufs Steigerung seiner Arbeitsfähigkeit, sondern auch Vergrößerung der Blutreiniger Lunge, Leber etc. Wenn wir die sehr verstärkte Wärmeproduktion bei Mi durchführen wollen, dann wird die große Überlegenheit der kleinen Organismen ziemlich illusorisch. Der Nahrungsbedarf ist dann derart gesteigert, die Arbeitsfähigkeit wird im gesteigerten Kampfe um die Nahrung derart in Anspruch genommen, daß für Luxusgebilde wohl kaum noch Material übrig bleibt. — Es scheint, daß die einzige For-

derung der gesteigerten Wärmeproduktion genügt, uns zu zwingen, den vielgliederigen, äußerst oberflächenreichen, pompösen, grillenhaften Typus der Gliedertiere preiszugeben und die Organisation des Mi der des Vogels mit der aufs äußerste reduzierten Körperoberfläche und der vollendetsten Lokomotion, dem Fliegen, zu nähern.

Wir können endlich bei der Reduktion des Mi auf die normale Körperwärme ganz verzichten und ihn zu einem kaltblütigen Geschöpfe machen. Dann aber fallen wir in den Arthropodentypus zurück.

Adhäsion. Die Adhäsionserscheinungen würden sich bei Mi in Sachen der Reinlichkeit in unangenehmer Weise fühlbar machen. Unreinigkeiten würden an der Haut des Mi ebenso fest haften wie an der des Me, und um sie zu entfernen, wäre derselbe reibende Druck notwendig. Da aber die Körperkraft reduziert worden ist, so würde Mi nur schwer sich reinigen können. Klebrige Substanzen, wie Schlamm, Morast, Pflanzensäfte, Harz, wären für Mi höchst gefährliche Dinge, da Σ Mi insgesamt eine zehnmal größere Sohlenfläche haben als Me und doch, wenn sie reduziert sind, nur mit derselben Kraft die haftenden Sohlen abreißen können. Einen in den Schlamm gesteckten Finger würde Mi etwa so schwer herausziehen können, wie wenn wir fast die ganze Hand hineingesteckt hätten.

Es wird leicht klar, daß der Vogelfuß diesem übermäßigen Adhärieren der Füße abhilft. Zunächst läßt sich zeigen, daß die Sohle des Mikromenschen zehnmal kleiner gemacht werden könnte, ohne daß er beim Gehen den Sohlendruck stärker empfinden würde als Me. Wenn nämlich der 100 kg schwere Mi eine Sohle von 300 cm^2 hat, dann ist der spezifische Sohlendruck, d. h. der Druck per cm^2 $^1/_3$ kg oder 333 g. Der 100 g schwere Mi hat aber eine Sohlenfläche von 3 cm^2, also einen spezifischen Sohlendruck von 33 g; dieser ist also zehnmal kleiner. Mi kann demnach relativ zehnmal kleinere Sohlen haben als Me, ohne daß die Sohlen durch Druck mehr leiden, und es wird die lästige Adhäsion auf ein Zehntel reduziert, und Mi kann ebenso gefahrlos einen Sumpf betreten wie Me. Es ergibt sich aus dieser Reduktion noch der Vorteil, daß neun zehntel des Materiales, aus dem der Fuß gebildet war, zu anderweitigen Zwecken disponibel werden. Welche Form soll aber der reduzierte Fuß erhalten? Es ist oben entwickelt worden, daß zur Vermeidung großer Drehungen eine breite Fußbasis, die den Körper sicher in seiner Stellung erhält, zu wünschen ist. Große Basis und kleine Sohlenfläche läßt sich aber bei Einem Fuße nur durch strahlenförmigen Bau erreichen, wie wir ihn bei Vögeln oder Reptilien finden. Wenn die Zahl der Füße aber groß ist, so fällt natürlich die Entwickelung der Einzelfußbasen weg, da ihre Gesamtheit eine breite Basis umspannt, wie wir an den Spinnen sehen. Wollen wir indes beide Vorteile, den der Entwickelung der Einzelfüße und den der Verbreiterung der Basis durch Vervielfältigung der dieselbe umspannenden Füße ausnützen, dann ist es am rationellsten, jedem Fuße wenigstens zwei voneinander abstehende Stützpunkte zu geben, wodurch der Fuß zu einem Käferfuß wird.

Schlussbemerkung.

Wenn wir die gefundenen Resultate überblicken, so erkennen wir, daß eine überraschende Menge scheinbar zufälliger Umstände im Tierreiche mit hoher Wahrscheinlichkeit lediglich in der Größe des Tieres ihren Ursprung haben und daß diese Wahrnehmung in erster Linie bei den Gliederfüßlern gemacht werden kann. Je weiter man diesen Gegenstand rechnend verfolgt, um so mehr Überraschendes entdeckt man. Es ist wohl die Zeit nicht mehr ferne, wo die Mechanik des Tierreiches, von der hier nur ein einzelnes Kapitel flüchtig skizziert worden ist, eine Wissenschaft für sich sein wird und wo ein recht bedeutender Teil der Morphologie sich theoretisch aus bestimmten Fundamentalangaben wird deduzieren lassen, etwa wie man heute die Erscheinungen der Optik größtenteils synthetisch aus gewissen Fundamentalhypothesen entwickeln kann.

Die Duftapparate der Schmetterlinge.

Von

Prof. Dr. **K. W. von Dalla Torre** (Innsbruck).

Es ist noch nicht lange her, seit der Streit um das Geruchsorgan der Insekten mit großer Lebhaftigkeit geführt wurde und die Aufmerksamkeit aller Entomologen auf sich lenkte. Derselbe hatte nicht nur eine unmittelbare Folge, die wenigstens teilweise Klärung der Ansichten in bezug auf den Streitgegenstand selbst, sondern übte auch mittelbar einen äußerst wohlthätigen Einfluß, indem die Beobachtungen, welche hier nur als Beweismaterial ins Feld geführt wurden, sich bald als interessant genug erwiesen, einer selbständigen Behandlung wert zu sein. So z. B. konnte man erwarten, daß ein Vergleich zwischen der Ausbildung jenes Organes, das jede der Parteien als Geruchsorgan in Anspruch nahm, und der Schärfe der Geruchsempfindung, welche sich bei der betreffenden Art beobachten läßt, viel zur Erhärtung der einen oder andern Ansicht beitragen würde. Und gerade hier eröffnete sich allen Naturfreunden, welche Sinn und Gelegenheit zu derartigen Beobachtungen hatten, dem Gelehrten wie dem Laien, ein weites Feld der Thätigkeit. Eine Reihe von interessanten Wahrnehmungen über »scharfe Geruchsempfindungen« und »Anziehungen« kam nun in die Öffentlichkeit. Während nun bei den meisten Dipteren und vielen Koleopteren die Schärfe der Geruchsempfindung selbstverständlich ist, da sie ja mit dem Nahrungstriebe zur Erhaltung des Individuums, wie mit der Erhaltung der Art und der Sorge für die Nachkommenschaft, im engsten Zusammenhange steht, war bei den Schmetterlingen, die ja den schroffsten Gegensatz zu

diesen Aas liebenden Insekten zu bilden scheinen, nichts Auffallendes bekannt. Nun aber zeigte es sich durch genauere Untersuchungen, daß auch bei den Lepidopteren, wenn auch nicht bei Verschaffung der Nahrung, so doch bei Vermittelung des Zusammentreffens der Geschlechter der Geruchssinn eine ungeahnt hervorragende Rolle spielt, und mit dieser Entdeckung ging die Auffindung der weiblichen Duftapparate Hand in Hand. Seitdem hat das Kapitel über den »Schmetterlingsduft« wesentliche Erweiterungen erfahren; und wenn wir überhaupt alles, was uns von derartigen Organen bei Schmetterlingen bekannt ist, hier in betracht zu ziehen versuchen, so können wir dieselben in drei Gruppen teilen. Vor allem müssen jene ausgeschieden werden, welche ganz außer Zusammenhang mit dem geschlechtlichen Leben stehen und zum Schutze gegen Feinde dienen. Sie lassen sich von den folgenden leicht dadurch unterscheiden, daß sie immer dann gebraucht werden, wenn der Schmetterling sich in Gefahr befindet, wie z. B. wenn er gefangen wird, und — daß sie meist bei beiden Geschlechtern vorkommen. Dieses letztere Merkmal trifft aber nicht ausnahmslos zu, indem es auch Fälle gibt, wo nur e i n Geschlecht den schützenden Geruch besitzt, während das andere durch Nachahmung des ersteren an diesem Schutze teilnimmt.

Einen sehr ausgebildeten schützenden Duftapparat hat uns Fritz Müller (1)[1] von den Weibchen einer Gruppe von Faltern beschrieben, denen er nach der Futterpflanze ihrer Raupen den Namen Maracuja-Falter beilegte. Derselbe hat bei Männchen und Weibchen eine verschiedene Lage. Bei jenen besteht er aus zwei riechenden Wülsten an der Innenseite der Afterklappen, diese besitzen zwei etwas größere Wülste zwischen dem letzten und vorletzten Leibesring. Sowohl die männlichen als die weiblichen Duftapparate besitzen ganz denselben, äußerst unangenehmen und widerlichen Geruch. Was uns aber das weibliche Organ ungleich interessanter macht als das männliche, das sind zwei ganz kleine, am Ende keulenförmig verdickte Stielchen, deren Hervorstrecken den Geruch plötzlich sehr intensiv macht. Diese »Stinkkölbchen« sind bei verschiedenen Arten mit verschiedenen Schuppen bedeckt. Letztere sind von eigentümlicher Form, stark zackig, wie man sie auf den Flügeln der Nachtfalter findet, und im frischen Zustande mit einem zähflüssigen Stoffe verklebt.

Von unseren einheimischen Arten sind solche schützende Duftapparate gar nicht bekannt. Sie kommen überhaupt bei den imagines der Schmetterlinge bei weitem nicht so häufig vor wie etwa in anderen Insektengruppen, von denen ja manche Käfer und Wanzen als mit kräftigen Stinkdrüsen ausgerüstet allbekannt sind. Wohl aber sind die Hautdrüsen der Schmetterlingsraupen sehr zahlreich, und erst kürzlich hat Dr. Klemensiewicz (2) dieselben bei einer Reihe von Arten sehr eingehend besprochen.

Zwei weitere Gruppen von Duftapparaten, welche im Dienste des Geschlechtslebens stehen, kommen immer nur bei einem der beiden Geschlechter vor, sind also sekundäre Geschlechtscharaktere.

---

[1] Siehe das Litteraturverzeichnis am Schluß des Artikels.

Jene Organe, welche den weiblichen Geschlechtsduft verbreiten, sind, wie wir aus mannigfachen Beobachtungen schließen können, ziemlich zahlreich. Sie sind es, welche den Männchen das Vorhandensein eines unbegatteten Weibchens verraten, sie locken dieselben herbei und vermitteln also bei vielen Schmetterlingen ganz allein das Zusammentreffen der Geschlechter. Eine Unzahl von Weibchen namentlich von den trägen Spinnern, die sich kaum vom Platze rühren und unbeweglich in einer Spalte oder auf der Rinde eines Baumes sitzen, könnte niemals zur Begattung gelangen, wenn nicht durch den Duft Männchen herbeigezogen würden. Die überraschendsten Beobachtungen sind diesbezüglich bereits gemacht worden und zeigen, daß der Geruchssinn der Schmetterlinge ein ungemein scharfer ist. Über die Anatomie dieser Organe ist uns wenig oder gar nichts bekannt; so viel aber steht fest, daß das Hervorstrecken der Legeröhre die Verdunstung des Riechstoffes ermöglicht. Daß der weibliche Duft bei Nachtfaltern eine größere Rolle spielen muß als bei Tagfaltern, ist von vornherein einzusehen. Denn bei diesen, die im glänzenden Sonnenschein ihre prächtigen Farben entfalten, muß der Gesichtssinn notwendig, wenigstens bei der Wirkung in die Ferne, vorwiegen, und erst wenn die Geschlechter sich einander genähert haben und im Begriffe stehen, sich zu paaren, können wir auch eine bedeutende Wirkung des Geruchssinns gelten lassen. »Das Auge ist es,« sagt Reichenau (3), welches die Kämpen, welches die Geschlechter bei den Tagfaltern zusammenführt; der Geschlechtsduft der Weibchen muß sehr schwach sein, denn nie habe ich ein Männchen, welches dicht über die Stelle wegflog, wo zuvor ein ungepaartes Weibchen gesessen, von derselben angezogen gesehen, wie es bei den Spinnern immer der Fall ist.«

Ebenso zahlreich wie die weiblichen, wenn nicht zahlreicher, sind bei den Schmetterlingen die männlichen Duftapparate. Von diesen soll hier zuerst ihre häufigste Erscheinungsform behandelt werden, wie wir sie auf den Flügeln als »Duftschuppen« oder »Männchenschuppen« treffen.

Daß die Schmetterlingsschuppen schon sehr früh einem verhältnismäßig eingehenden Studium unterzogen wurden, kann uns nicht überraschen. Denn von jeher war das bunte Kleid ihrer Flügel ein Gegenstand der Bewunderung. Nachdem nun das Mikroskop dem forschenden Geiste eine neue Welt erschlossen hatte, da war der »Staub« von den Flügeln der Schmetterlinge gewiß eines der ersten Objekte, welche unter die Wunderlinse wanderten. Schon im Anfange des 17. Jahrhunderts treffen wir einzelne Bemerkungen über die Schuppen der Schmetterlinge bei Fabricius und Malpighi. Dann hat Leeuwenhoeck die Schuppen von *Bombyx populi* abgebildet. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts war es Bonnani, der sich in zwei Werken, seiner »recreatio mentis« vom Jahre 1684 und seinen »observationes rerum minutissimarum« (4) über diesen Gegenstand verbreitete. Übergehen wir nun alle diesbezüglichen Arbeiten des 18. Jahrhunderts, unter denen nur eine von Réaumur umfangreicher ist, so stoßen wir gleich auf jenen Mann, welcher zuerst jene eigentümlichen Schuppen, »les plumules«, wie er sie selbst nannte, entdeckt hat; es ist dies der Franzose Baillif. Allerdings hatte er von ihrem sekundär-geschlechtlichen Charakter noch keine Ahnung, son-

dern hielt sie für eine Abnormität, da es ihm nicht gelang, dieselben bei allen Exemplaren aufzufinden. Es hat sich nun in neuerer Zeit herausgestellt, daß vielleicht alle plumules oder alle Männchenschuppen, sicher aber ein Teil derselben als Duftapparate aufzufassen sind; und da uns außer ihnen keine Duftapparate auf den Flügeln bekannt sind, so werden sie das ausschließliche Material zur ersten Gruppe der genannten Organe bilden.

Die Mitteilungen Baillif's bewogen einen andern Franzosen, Deschamps, sich mit diesem Gegenstande zu befassen, und ihm gebührt das Verdienst, erkannt zu haben, daß die plumulae nur männlichen Individuen zukommen. Deschamps' Beobachtungen sind mit großer Genauigkeit und viel Fleiß gemacht; namentlich die Untersuchungen über die Einsatzstellen der Schuppen sowie über die Streifen auf denselben, welche letztere dem Forscher offenbar das meiste Interesse abgerungen haben, sind ausführlich dargelegt. Deschamps hat keine bestimmte Meinung darüber ausgesprochen, was er von der Funktion der Männchenschuppen halte. Es scheint aber doch, daß er, wenn er auch nicht eine direkte Behauptung aufstellt, sich eine feste Ansicht über den Zweck derselben gebildet hatte. Man kann dies schließen aus der häufigen Erwähnung der Streifen, die er namentlich auf den Männchenschuppen der Pieriden sehr scharf ausgebildet vorfand und die er offenbar mit dem Tracheensystem und der Atmung in einen gewissen Zusammenhang bringt. »Les stries des plumules des Piérides de la rave et du navet une fois reconnues pour des trachées vésiculaires, ne peut on pas présumer que toutes celles qu'on voit sur les écailles des Lépidoptères, et même leur granulations sont de véritables trachées, soit utriculaires, soit tubulaires, suivant leurs structures?«

Es ist eine eigentümliche Erscheinung, daß das Werk Deschamps' nicht einmal in Frankreich Anregung zu umfassenderen Forschungen gegeben hat und seine Entdeckung völlig ad acta gelegt wurde. Erst dreißig Jahre später tauchen die Männchenschuppen in England wieder auf, und zwar in einem Werke John Watson's (6). Das Verdienst dieses Mannes besteht nicht so sehr in der Untersuchung einer großen Anzahl von Arten als darin, daß er sich direkt die Frage vorlegte: »Wozu dienen die Männchenschuppen?« Was Deschamps nur angedeutet, stellt Watson in einer bestimmten Form als Behauptung auf. Er glaubte in ihnen ein Organ erblicken zu müssen, welches Luft in die Tracheen einführt. Es ist dies eine Behauptung, die jetzt, da uns eine bessere und begründetere zu Gebote steht, unwahrscheinlich und gesucht erscheinen mag, aber einige später zu erwähnende Umstände werden es uns begreiflich machen, wie Watson zu dieser Ansicht gelangen konnte. Derselbe hat auch auf den hohen Wert der Männchenschuppen für die Trennung mancher nahe verwandter Arten hingewiesen. Zwei weitere Arbeiten Watson's (7) sind einer speziellen Gruppe von Männchenschuppen, den Blasenschuppen, gewidmet. Im Anschlusse daran gibt er eine Übersicht über die Verbreitung der Männchenschuppen und zählt 131 Arten auf, bei denen solche vorkommen. Die Anatomie der Blasenschuppen hat J. Anthony (8) — ebenfalls ein Engländer — ziemlich eingehend

behandelt. Von älteren deutschen Werken ist nur Herrich-Schäffer's systematische Bearbeitung der Schmetterlinge von Europa zu nennen, wo wenige zerstreute Bemerkungen über »Haarpinsel« und »Filzflecke« zu finden sind.

So schien es, als ob die Männchenschuppen nur auf kurze Zeit das Auge einzelner Forscher zu fesseln vermöchten, eben nur so lange wie etwa eine abnorme Hautbildung, die bloß für die beschreibende Anatomie von Wichtigkeit ist; man begnügte sich damit, die Thatsache ihres Vorhandenseins konstatiert und eine Vermutung über ihren Zweck ausgesprochen zu haben. Namentlich in Deutschland waren die französischen und englischen Arbeiten über dieselben wohl fast ganz unbekannt geblieben. Jener Mann nun, welcher nicht nur dem streng wissenschaftlich gebildeten Lepidopterologen, sondern auch dem Laien Interesse an den Männchenschuppen eingeflößt hat, ist Dr. Fritz Müller. In Brasilien, dem gelobten Lande der Sammler und Naturforscher, hatte er Gelegenheit, sich eine neue Ansicht über die Bestimmung der Männchenschuppen zu bilden, und hat er durch seine Publikationen auch europäische Schmetterlingsfreunde angeregt, ihre Beobachtungen diesem Punkte zuzuwenden. Fr. Müller faßt die Männchenschuppen im Gegensatze zur Deutung, welche sie durch Watson erfahren haben, als Duftorgane auf und führt verschiedene Beobachtungen an, die ihn von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugt hatten. In seiner ersten Mitteilung (9) hierüber sagt Müller, daß sie nur den Zweck habe, andere Forscher, denen reiche Sammlungen und andere Hilfsmittel zu Gebote stehen, zu Beobachtungen anzuregen. Allein sein Wunsch ist nur in bescheidenem Maße in Erfüllung gegangen. In der Litteratur der Männchenschuppen sind es nur zwei Namen, die sich durch größere Publikationen hervorgethan haben, nämlich Müller selbst und der schwedische Entomologe Aurivilius, welcher einen großen Teil seiner vorzüglichen Abhandlung »über die sekundären Geschlechtscharaktere nordischer Tagfalter« (10) den Männchenschuppen gewidmet hat. Aurivilius ist der einzige, welcher das Vorkommen der Männchenschuppen bei den Schmetterlingen eines abgeschlossenen Gebietes umfassend und gründlich beobachtet hat.

Was die Form der Männchenschuppen betrifft, so ist dieselbe nicht etwa eine feststehende, die sich bei allen Arten wiederholt, sondern sie wechselt und ist bei verschiedenen Arten vollkommen verschieden. Dies bringt selbstverständlich mit sich, daß sie in den weitaus meisten Fällen mehr oder weniger unregelmäßig ist, so daß die Männchenschuppen ohne besondere Mühe von den Deckschuppen unterschieden werden können. Aber auch das Gegenteil ist nicht absolut ausgeschlossen. Dies beweisen die Männchenschuppen mancher *Thecla*-Arten (*Th. pruni* L., *Th. w-album* Knoch), deren Form nur sehr wenig Auffallendes bietet. Wenn man einen männlichen Vorderflügel eines der genannten Falter von Schuppen reinigt, so sieht man an den Ausgangspunkten der 6., 7. und 8. Rippe einen gelblichen Fleck, der, wie sich bei näherer Untersuchung herausstellt, die Folge von sehr dicht gedrängten Männchenschuppenbälgen ist. Beim Weibchen ist von einem solchen Fleck nichts zu bemerken, wohl

aber sieht man eine Verschiedenheit im Verlaufe der 7. Rippe, welche an der vordern Ecke der Mittelzelle entspringt und nicht wie beim Manne sich fast zugleich mit der 8. Rippe abzweigt. Die Schuppen, welche auf diesem Flecke stehen, sind Männchenschuppen von ovaler Gestalt, der Länge nach gestreift. Wenn sie auch der Form nach den Deckschuppen sehr nahe stehen, so beweist doch der Umstand, daß sie den Weibchen fehlen und gerade an jener Stelle vorkommen, wo man sonst typische Männchenschuppen zu finden gewohnt ist, zur Genüge, daß wir es auch hier mit solchen zu thun haben. Den eben beschriebenen Männchenschuppen der *Thecla*-Arten ähnlich sind jene von *Zerene Edusa* Fabr. (♂). Sie liegen dicht gedrängt auf der Oberseite der Hinterflügel und bilden einen mehlig aussehenden Fleck am Grunde der 7. Zelle. Die Schuppen sind eirund, ganzrandig und stark gestreift, ihre Anheftungspunkte dunkler gefärbt als die der übrigen Flügelschuppen.

In einer bereits komplizierteren Form treten die Männchenschuppen bei einigen »Maracuja«-Faltern auf (11). Dieselben sind mehr oder weniger viereckig und mit einem scharf abgetrennten Stiel in die Flügelmembran eingesetzt. Die Basis der Schuppen ist bei *Heliconius* mit zwei Zipfeln versehen und fast pfeilähnlich gebildet, bei anderen (*Eucides Aleipheria*) ganz gerade abgeschnitten, bei wieder anderen (*Dione Juno*) hat sie eine oval abgerundete Form. Auch die Größenverhältnisse von Länge und Breite wechseln stark. Die Männchenschuppen von *Eucides* zeigen eine fast gleichseitig viereckige Form, die von *Dione Juno* sind schmal und lang. Das Eigenartige dieser Schuppen, das sie sogleich von allen andern abgrenzt, besteht darin, daß ihr Außenrand kammartig ausgefranst ist. Die einzelnen Fransen setzen sich auf der Schuppe als sehr dicht gedrängte und sehr feine Streifen fort.

Eine ziemlich große Gruppe von Männchenschuppen hat eine haarähnliche Form. Unter den einheimischen Arten finden wir sie besonders bei den Hesperiden im sogenannten Kostalumschlage, der später zur Sprache kommen soll. Bei der Gattung *Hesperia* verbreitert sich der Stiel allmählich zur Schuppe, welche sich gegen das Ende hin wieder verdünnt und in eine außerordentlich feine Spitze ausläuft. Obwohl diese Schuppen sehr schmal sind, kann man an ihnen doch eine deutliche Streifung wahrnehmen. Bei *Thanaos* treffen wir in bezug auf die Gestalt ein umgekehrtes Verhältnis. Die Schuppen sind am Ende stumpf und dicker als an der Basis. Ihre Oberfläche ist rauh, und Aurivilius bemerkte, daß sie im Innern hohl sind. Auch bei *Cupido*-Arten (*C. Icarus*) kommen Männchenschuppen vor, die den ebengenannten ähnlich sind. Sie unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, daß sie in allen Teilen gleich breit und ohne irgendwelche Verdünnung, ohne deutlich wahrnehmbaren Stiel in die Flügelmembran eingesetzt sind.

Wenn sich schon im vorhergehenden Gelegenheit bot, eine deutliche Streifung bei den Schuppen zu verzeichnen, so können wir bei einer ganzen Gruppe von Schuppen, die besonders bei Lycäniden in großer Anzahl zu finden sind, auch die Elemente erkennen, aus denen sich diese Streifen zusammensetzen. Es sind dies zahlreiche kugelige Hohlräume, in Reihen angeordnet, welche den Schuppen den Namen

Blasenschuppen[1] verschafft haben. Wie bereits früher bemerkt wurde, hat J. ANTHONY (8) diese Blasenschuppen einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Das Resultat derselben war, daß die Blasen sich nicht im Innern der Schuppen befinden, sondern mittels kurzer Stiele auf der Oberfläche derselben aufgesetzt sind. Dieser Ansicht schließt sich auch AURIVILIUS an, welcher fand, daß hier und da eine Blase am Ende einer Reihe über den Rand der Schuppen hinausragt, also nicht in derselben enthalten sein kann, sondern ihr angeheftet sein muß.

Bot die Form der bisher besprochenen Schuppen wenig Auffallendes, so ist sie bei anderen ziemlich kompliziert und abnorm. Ich habe dabei besonders die »Federbuschschuppen« und die »Gliederschuppen« im Auge. Das charakteristische der ersteren sagt schon der Name. Ihre Spitze ist mit einem Büschel von Härchen versehen, deren Feinheit man sich leicht vorstellen kann, wenn man sich die geringe Größe einer solchen Schuppe vergegenwärtigt. Unter unseren einheimischen Formen sind es die *Pieris*-Arten, bei denen man die Federbuschschuppen am leichtesten beobachten kann, einmal schon wegen der Häufigkeit dieser Falter, dann aber wegen der bedeutenden Größe, welche die Männchenschuppen bei denselben aufweisen. Ihrer Form nach könnten die am Grunde herzförmig ausgeschnittenen Schuppen mit einer *Dielytra*-Blüte verglichen werden, deren Staubfäden aus der herzförmigen Blumenkrone gerade so hervorragen, wie der Federbusch an der Spitze der Schuppe. Die Längsstreifen dieser Männchenschuppen bestehen bei manchen Arten (*rapae* und *napi*) aus kleinen Pünktchen, die nach Art der Kugeln eines Rosenkranzes aneinander gereiht sind. DESCHAMPS (5) hat diesen Längsstreifen besondere Bedeutung beigelegt. Er widmet ihnen daher auch eine längere Besprechung und sucht durch einige Beobachtungen darzuthun, daß dieselben in engster Beziehung zum Tracheensystem stehen. Er konnte zu dieser Ansicht um so leichter gelangen, als wir fast immer dort, wo die Männchenschuppen in größerer Menge beisammenstehen, ein außerordentlich feines Netz von Tracheenästen in der Flügelmembran antreffen.

Den oben erwähnten Männchenschuppen der Maracujafalter sind die unserer *Satyrus*-Arten insofern ähnlich, als auch sie im ganzen und großen die Form eines Viereckes aufweisen, welches hier etwas nach oben verschmälert ist. Aber während jene nur mit einer Reihe von Fransen besetzt sind, gleichen diese am Rande einer Bürste, welche von unendlich feinen Härchen gebildet wird.

Eine besonders auffällige und merkwürdige Gestalt haben einige Schuppen, welche FRITZ MÜLLER bei Gelegenheit seiner Abhandlung »über die Duftschuppen des Männchens von *Dione Vanillae*« (12) abgebildet hat. Wir sehen da zuerst die Männchenschuppen der genannten Art selbst.

---

[1] Die Bezeichnungen der Schuppen wurden dem eben citierten Werke des Aurivilius entlehnt. Derselbe teilt die Männchenschuppen in folgende sieben Gruppen: 1) Federbuschschuppen (*plumulae penicillatae*); 2) Spitzschuppen (*pl. subulatae*); 3) Haarschuppen (*pl. capillares*); 4) Gliederschuppen (*pl. articulatae*); 5) Fächerschuppen (*pl. flabelliformes*); 6) Blasenschuppen (*pl. papillosae*); 7) Punktschuppen (*pl. punctulatae*).

Dieselben überragen an Größe entschieden die meisten Männchenschuppen, sind 7 mm lang und mit einem etwas verdickten Stiel eingesetzt. An diesen Stiel schließt sich die Schuppe, die sich nach oben stark verschmälert und in eine breite, mit Haaren besetzte Platte endigt. Nicht weniger auffallend sind die Männchenschuppen von *Euptychia Hesione* gestaltet. Am Grunde blattförmig, tragen sie an einem längeren dünnen Fortsatz wiederum den charakteristischen Haarbüschel.

Wir haben nun bloß noch auf eine Gruppe von Männchenschuppen, vielleicht die merkwürdigste von allen, unsere Aufmerksamkeit zu lenken, auf die Gliederschuppen, wie sie bei unseren *Pamphila*-Arten, namentlich im Männchenflecke von *Pamphila comma* L. vorkommen. Bei oberflächlicher Betrachtung haarförmig, erscheinen sie unter dem Vergrößerungsglase in feine, aber außerordentlich regelmäßige, deutlich wahrnehmbare Glieder geteilt. Jedes Glied ist an seinem untern und obern Ende einseitig erhaben. Diese Erhöhung besteht aus zwei Knöpfchen, welche, wenn man die Schuppe von der Seite betrachtet, sich decken. In jene Vertiefung, welche neben den zwei Knöpfchen entsteht, senken sich dann wahrscheinlich die beiden Erhöhungen des nächsten Gliedes. Übrigens ist gerade die Art der Zusammenfügung der einzelnen Glieder bei diesen Schuppen noch nicht zur Genüge festgestellt. Die Festigkeit der Verbindung ist eine äußerst geringe, so daß die kleinste Erschütterung die Auflösung der Glieder zur Folge hat. Das Basalglied dieser Schuppen geht allmählich in den Stiel über, mit dem es in die Flügelmembran eingesetzt ist. Das Endglied ist in der Regel etwas verdickt.

Auch im Kostalumschlage einiger brasilianischer *Telegonus*-Arten finden sich nach einer Mitteilung FRITZ MÜLLER's (13) ganz ähnliche Gliederschuppen. Bei einer derselben, deren Name nicht festgestellt werden konnte, sind auch Übergänge der gewöhnlichen Haarschuppen in die Gliederschuppen zu sehen, indem sich entweder nur einzelne Glieder abteilen oder aber die Abteilung nicht vollkommen erfolgt ist, sondern sich nur in einem Einschnitte bemerkbar macht.

Haben wir so ein Bild von der Mannigfaltigkeit der Männchenschuppen erhalten und gesehen, daß sie sich schon durch ihre Form in den meisten Fällen sogleich von den Deckschuppen unterscheiden lassen, so soll jetzt noch ein zweiter Punkt erwähnt werden, der uns ihr Vorhandensein oft auf den ersten Blick verrät. Es ist dies die Farbe und Gestaltung der Anheftungspunkte auf der Flügelmembran. An jenen Stellen, wo die Männchenschuppen in größerer Zahl vorkommen, wo sie einen Männchenfleck, oder wie FRITZ MÜLLER sagt, einen »Duftfleck« bilden, ist an der von den Schuppen gereinigten Flügelhaut meist eine Trübung wahrzunehmen. Diese entsteht durch dunkelgefärbte und meist nahe aneinander gerückte Einsatzstellen der Männchenschuppen, sowie durch zahlreiche Tracheenäste, welche die Flügelmembran an solchen Männchenflecken durchziehen (14). Die Bälge der Männchenschuppen zeigen manches Ungewöhnliche. So bemerkte FR. MÜLLER (9), daß sie bei den Maracujafaltern »mannigfach größer, kugelig und dabei dunkel gerandet sind, als enthielten sie einen stark lichtbrechenden Stoff«. Diese dunkle und auffallende Färbung der Schuppenbälge hat schon,

bevor noch die Männchenschuppen ihre Deutung als Duftschuppen erfahren hatten, den Gedanken an Drüsen rege gemacht. So sagt Duponchel (15), daß die Hinterflügel der Männchen mancher *Colias*-Arten »einen kleinen Sack mit drüsenartigem Staube aufweisen«. Er hatte dabei offenbar die gelben, sehr dicht aneinander gedrängten und daher fast senkrecht stehenden Männchenschuppen im Auge, welche bei vielen Arten der genannten Gattung vorkommen. Ziemlich genau hat Deschamps die Einsatzstellen sowohl der Deckschuppen als der Männchenschuppen untersucht. Ganz abweichend von denen aller übrigen fand er die Schuppenbälge von *Pieris rapae* und *P. napi.* Dieselben bestehen aus einem halbkugeligen Grübchen, in welches eine am Stiele der Schuppe befindliche, kugelförmige Anschwellung hineinpaßt. Bei den übrigen *Pieris*-Arten ist die Anschwellung eine mehr ovale und auch die Einsatzstelle dementsprechend geformt. Daß man beim Entschuppen der Flügel bei den Männchenschuppen meist auf viel größeren Widerstand stößt und sie schwer ohne grobe Verletzung zu entfernen vermag, hat ebenfalls seinen Grund in der Form der Schuppenbälge, indem dieselben sich oberhalb der Anschwellung des Stieles wieder verengen und so die Entfernung der Schuppe nur durch Abbrechen des Stiels oder durch Erweiterung des Schuppenbalges möglich wird.

Was nun die Lage und Anordnung der Männchenschuppen betrifft, so kommt es verhältnismäßig selten vor, daß dieselben ganz regellos unter die Deckschuppen der Flügel eingestreut sind. Dies letztere ist z. B. der Fall bei einigen Maracujafaltern (*Heliconius Beckesi*, *Colaenis Dido*), bei denen die Männchenschuppen als Vertreter von Deckschuppen vorkommen. Ihre Anheftungspunkte liegen dann aber nicht in derselben Linie mit denen der Deckschuppen, sondern sind der Basis des Flügels näher gerückt. Ähnliches finden wir auch bei *Cupido argiolus* L. und den Pieriden.

In den weitaus meisten Fällen sind die Männchenschuppen zu Gruppen und Figuren vereinigt, welche sich oft auch durch die Farbe von der Umgebung abheben. Unstatthaft aber wäre es, umgekehrt zu schließen, daß jede dem Männchen allein zukommende, spezifische Färbung von Schuppen herrühren muß, welche unter den Begriff der Männchenschuppen oder der Duftschuppen Fritz Müller's fallen. Solche zu Gruppen vereinigte Männchenschuppen treffen wir in der mannigfaltigsten Anordnung als Streifen und Punkte, als »Filzflecke« und »Haarpinsel« sowohl auf den Vorder- als auf den Hinterflügeln, aber bei den letzteren nie, bei den ersteren selten auf der Unterseite. Auf den Hinterflügeln sind die Männchenschuppen am häufigsten an jenem Teile zu finden, der von den Vorderflügeln bedeckt wird. Nicht selten stehen sie auch auf dem Innenrande derselben, der dann meist erweitert und umgebogen ist.

Es wäre unpassend, hier, wo es nur auf eine allgemeine Charakterisierung der Männchenschuppen ankommt, eine Menge Einzelheiten anzuführen, und es sollen daher nur einige Fälle Erwähnung finden, die uns gewisse den Männchenschuppen eigentümliche Züge vor Augen stellen.

Da sind es zuerst einige *Argynnis*-Arten, die unsere Aufmerksamkeit

beanspruchen. Nehmen wir ein Männchen von *Argynnis Adippe* L. oder *A. Paphia* L. zur Hand, so bemerken wir bei *Adippe* eine Verdickung der vier ersten Rippen, während bei der letzteren Art dies nur bei zweien der Fall ist. Aurivilius hat den Grund dieser Erscheinung untersucht und ist zu folgenden Resultaten gekommen. Die Verdickung rührt nicht von der Rippe als solcher her, sondern von Federbuschschuppen, welche sich an der Hinterwand der Rippe auf der Flügelmembran befinden. Bei *Argynnis Paphia* L. ist die erste, dritte und vierte Rippe von der zweiten zu unterscheiden. Bei jenen ist die Flügelmembran zu beiden Seiten der Rippen vollkommen regelmäßig gebildet, d. h. eben. Die Verdickung wird dadurch hervorgebracht, daß sich sowohl auf der Rippe Federbuschschuppen befinden, als auch zu beiden Seiten derselben sich solche anlegen. Bei der zweiten Rippe aber senkt sich die Flügelmembran an der Unterseite des Flügels, und diese Vertiefung sowie die Rippe selbst ist mit dicht gedrängten schwarzen Federbuschschuppen besetzt. Unter diese sind andere von fächerartiger Gestalt eingestreut, welche wohl wahrscheinlich nicht die Funktion der Männchenschuppen ausüben, sondern diesen als Stütze dienen. Alle diese an den Rippen stehenden Schuppen werden von großen Deckschuppen, welche sich an den Rändern der Vertiefung und an den Seiten der Rippe befinden, eingeschlossen und vollkommen verdeckt.

Ebenfalls auf den Flügeladern sind die Männchenschuppen bei mehreren Maracuja-Faltern (*Dione Vanillae*, *Colaenis Dido, C. Julia*) angehäuft. Auch bei diesen scheinen die betreffenden Adern erhöht und aufgeblasen zu sein; in Wirklichkeit sind es aber wieder die Männchenschuppen, welche dies bewirken. Dieselben bilden dicht gedrängte, quer über die Adern laufende Wülste, welche diesen eine schwarze Färbung verleihen.

Ziemlich kompliziert ist die Anordnung der Männchenschuppen bei *Pamphila comma* L. Die Männchen dieses Falters besitzen bekanntlich einen schwarzen Männchenfleck, der durch eine weiße silberglänzende Linie verziert wird und sich fast in der Mitte des Vorderflügels befindet. Dieser Fleck besteht aus Männchenschuppen und zwar zum größten Teil aus Gliederschuppen, welche in einer Vertiefung der Flügelmembran stehen und durch ringsum stehende Deckschuppen überdacht werden. Der kleinere Teil des Männchenfleckes besteht aus keilförmigen Schuppen, von denen ebenfalls ganz unzweifelhaft anzunehmen ist, daß ihre Funktion sich von der der übrigen Männchenschuppen nicht wesentlich unterscheidet.

Wie wir hier gesehen haben, daß die Männchenschuppen von den Flügelschuppen gedeckt und geschützt werden, so kommt es auch bei einer Reihe von Schmetterlingen vor, daß ein solcher Schutz durch eine eigens dazu bestimmte Umgestaltung des Flügelrandes erreicht wird. Es ist dies vor allem bei den Hesperiden der Fall, wo die Männchenschuppen in einer Falte liegen, im Kostalumschlage, der durch Umlegung des Außenrandes der Vorderflügel entsteht. Der Kostalumschlag war schon Herrich-Schäffer bekannt, aber ein eingehenderes Studium hat wieder erst Fritz Müller (13) und in neuester Zeit Aurivilius betrieben.

Entweder gerade an der Stelle der Biegung oder, was noch häu-

figer ist, bereits an dem umgeschlagenen Flügelteile, befindet sich eine Chitinröhre, die sich von den andern Rippen dadurch unterscheidet, daß sie auf der Oberseite der Flügel oder vielmehr an der Innenseite der Falte angebracht ist. Aurivillius hielt sie für eine wirkliche Kostalrippe, da sie nicht nur beim Männchen, sondern in verkümmertem Zustande auch beim Weibchen, ja sogar bei solchen Arten vorkommt, die gar keinen Kostalumschlag besitzen. Gemeinsam ist allen Kostalumschlägen, daß sowohl auf der Flügelmembran als auf dem umgebogenen Rande sich Schuppen befinden, welche mit ihrer Spitze so ineinander greifen, daß die Spalte, an der sich der Kostalumschlag öffnet, vollkommen verdeckt ist. Bei *Thanaos Tages* ist die Rundrippe, wie sie Fritz Müller nennt, bereits auf dem umgeschlagenen Teile des Flügels und der Kostalrand, d. i. jener Teil der Flügelmembran, welcher noch über die genannte Rippe sich ausdehnt, sehr schmal. Er ist der einzige Teil im Innern des Umschlages, welcher keine Schuppen trägt. Die Rippe aber ist dicht mit Schuppen bedeckt und zwar so, daß die der Biegungsstelle am nächsten gelagerten die kürzesten sind und die dem Rande näher stehenden, längeren, sich über sie herlegen und sie bedecken. Auf dem nicht umgeschlagenen Teile der Flügelmembran, der den Kostalumschlag nach unten begrenzt, sind bei *Thanaos Tages* zwei Arten von Schuppen zu sehen, nämlich rudimentäre auf der Randseite und ziemlich lange, ganz aufrechtstehende Männchenschuppen auf dem übrigen Teile der Membran. Diese letzteren stehen sehr dicht gedrängt bei einander und werden von Flügelschuppen vollkommen verhüllt. Im allgemeinen sind alle Kostalumschläge dem eben beschriebenen ähnlich; nur in der Form der Schuppen gibt es natürlich gar manche Variationen. So bildet Fritz Müller eine ganz absonderliche Form von solchen Schuppen ab (13), die sich im Kostalumschlage einer brasilianischen *Telegonus*-Art vorfinden. Meist von ovaler oder keulenförmiger Gestalt, sind sie durch einen dunkeln, an der Spitze befindlichen Fleck gekennzeichnet, der wieder von einem hellen Ring (»aureola transparente«) begrenzt wird. Im übrigen finden sich in den Kostalumschlägen sehr häufig Gliederschuppen.

In einem dem Kostalumschlage ähnlichen Gebilde sind die Männchenschuppen mancher *Danais*-Arten geborgen. Fr. Müller beschrieb sie speziell von *Danais Gilippus* Cram. und *Dan. Erippus* Cr. (16). Unterhalb des Randes der ersten Mittelrippe ist auf der Oberseite der Hinterflügel bei männlichen Faltern dieser Art ein deutlicher Männchenfleck zu sehen, der nicht bloß durch die Farbe, sondern auch — namentlich bei *D. Gilippus* — durch die erhobene Lage in die Augen springt. Dieser Fleck ist nichts anderes als eine Tasche oder Falte, welche durch eine Spaltung der Flügelmembran bewirkt wird. Die obere Wand dieser Falte biegt sich hakenförmig gegen unten und innen um, so daß ein ziemlich dichter Verschluß hergestellt wird. Bei *D. Erippus* ist dieser Fleck in eine Vertiefung der Flügelmembran eingesetzt, was bei *D. Gilippus* nicht der Fall ist, so daß die obere Wand der Falte stärker hervortritt.

(Schluß folgt.)

Zur sozialen Ethik.

Von

Dr. Reinhold Biese.

So mannigfach die Faktoren sind, welche die Entstehung menschlicher Zivilisation bedingen, so schwierig und fast unmöglich es ist, dieselben im einzelnen festzustellen und in dem Maße ihres Zusammenwirkens zu begreifen, so unleugbar ist die Thatsache, daß die Phänomene des menschlichen Gesellschaftslebens gleich den Phänomenen am Himmel von ganz bestimmten Gesetzen beherrscht werden. Die soziale Statistik ist die Hilfswissenschaft, welche die strenge Gesetzmäßigkeit in den verschiedenen Lebensbeziehungen der zivilisierten Gesellschaft aufzeigt. Das Gesetz ist aber nicht die physische Ursache oder der Grund des Geschehens; Gesetz ist immer nur der zusammenfassende Ausdruck für eine Gruppe von Thatsachen, ist das im Wechsel der Erscheinungen Beharrende, der Modus des Entwickelungsprozesses, der Beweisgrund für das Vorhandensein konstant wirkender Ursachen. Diese selbst sind z. B. damit noch nicht erkannt, daß die Statistik nachweist, wie die Geburtsziffer in allen Staaten jahraus jahrein eine nahezu gleiche bleibt; daß von den neugebornen Kindern auf 100 Mädchen 105,38 Knaben kommen; daß auf je 1000 Bewohner alljährlich 8—10 Eheschließungen entfallen und daß selbst in den mannigfachen Formen der Heiraten in bezug auf Altersunterschiede u. a. eine konstante Gleichmäßigkeit herrscht; daß die Mortalitätsziffer in den europäischen Staaten zwischen $2^1/_2$ bis 3 Prozent schwankt und daß sogar in den moralischen und intellektuellen Eigenschaften einer Gesamtbevölkerung eine analoge Regelmäßigkeit stattfindet.

Die Faktoren selbst, welche diese im Sozialorganismus waltende Gesetzmäßigkeit bedingen, lassen sich indes im allgemeinen charakterisieren als Kräfte des Naturlebens und der psycho-physischen Organisation des Menschen, als Mächte der geistig-sittlichen und natürlichen Welt. Jedenfalls ist die Konstanz in den scheinbar so zufälligen und wechselvollen Erscheinungen des sozialen Lebens wie die Ordnung und Regelmäßigkeit in den Bewegungen der Himmelskörper das ganz natürliche Endergebnis eines Prozesses, in welchem die formbestimmenden Kräfte des

geschichtlichen Lebens sich in ihrer Wirkungsweise allmählich in ein Gleichgewicht setzen und die Zahllosigkeit der individuellen Fälle die unter jenen Bedingungen möglichen, mithin typischen Fälle beständig erschöpft. So regeln z. B. Naturverhältnisse, wie Boden und Klima, und soziale menschliche Einflüsse, wie Angebot und Nachfrage, die verschiedenen Formen der Arbeit mit einer Sicherheit, daß die Zusammensetzung der zur Erfüllung ökonomischer Zwecke gegliederten Erwerbsgesellschaft im wesentlichen eine ganz konstante bleibt. So lange die Bedingungen sich nicht ändern, so lange müssen eben auch ihre Erfolge konstante sein, und man kann daher mit Recht aus der Regelmäßigkeit dieser auf die Konstanz jener schließen.

Wie indes Leben stets und überall Bewegung und Entwickelung ist, so sind auch die das menschliche Leben bestimmenden Kräfte in ihrer Wirkungsweise nicht von absoluter Konstanz, sondern einer allmählichen, immerwährenden Veränderung unterworfen. Nicht nur die organische Natur, sondern auch die anorganische hat ihre geschichtliche Entwickelung; weder die kosmischen noch die terrestrischen Naturverhältnisse sind immer und ewig die gleichen, wenn auch die wirkenden Kräfte an sich, wie dies besonders Lyell (1830) für die Geologie nachwies, seit Ewigkeit her dieselben sind. Nach dem Gesetze von der Erhaltung der Energie bleibt die Kraft in ihrer Gesamtwirkung unverändert. Aber das Produkt ihrer Thätigkeit bildet beständig eine neue Basis für Neuschöpfungen und stetige Veränderungen, insofern diese wiederum das Zusammenwirken der mannigfachen Faktoren modifizieren. Auch die Thätigkeit des Menschen ist im stande gewesen und auch ferner im stande, die Wirksamkeit der Naturkräfte in gewissen Grenzen zu ändern und in neue Formen überzuführen. Immer planmäßiger weiß der zivilisierte Mensch dieselben zu bewältigen und zur Vermehrung seiner Macht, seines Behagens und seiner Genüsse auszunutzen. Es ist ihm gelungen, immer neue Kraftquellen in der Natur zu entdecken und dieselben durch Erfindung geeigneter Bewegungsformen als arbeitende Kraft für sich zu verwerten. So dient ihm heutzutage neben der eigenen Muskelkraft und derjenigen mancher Tiere als mechanische Kraftquelle bald die Schwerkraft (z. B. eines Wasserfalles, des Windes u. a.), bald die Wärme, welche die Körper ausdehnt, d. h. in einer Molekularbewegung besteht (Dampfmaschine), bald chemische, bald elektrische Attraktions- und Repulsionskräfte. In ewigem Kreislauf setzt sich eine Kraft in die andere um, ohne daß eine neue entsteht und die vorhandene verloren geht. Nur ihre Formen wechseln und der Mensch weiß diese zu seinen treuesten Bundesgenossen im Kampfe ums Dasein zu machen. Er unterwirft sich die Natur durch ihre eigenen Kräfte, die ihm immer williger ihre Dienste darbringen, wie Dämonen, die durch ein Zauberwort gebannt sind.

Aber der Kampf der Gewalt geht nur gegen die äußere Natur ununterbrochen fort. »Unter den Menschen,« sagt Schäffle, »wird er innerhalb der allmählich sich erweiternden Friedensgebiete ausgeschlossen. Und wenn auch der Krieg unter Völkern, noch mehr der innere Krieg

des Verbrechens, der Überlistung und Berückung innerhalb jedes Volkes durch die der Selbsthilfe entgegengesetzten gemeinsamen Rechts- und Sittenmächte nicht völlig unterdrückt werden kann, so kommt doch immer mehr friedliche und freie Entscheidung zur Geltung. Recht und Sitte, welche den Eigenmachtsstreit unterdrücken, dagegen die Verträge schützen, die Verträglichkeit gebieten, den ehrlichen Wettkampf begünstigen, erweisen sich als fruchtbarste Quellen der Vervollkommnung der Gemeinschaft und ihrer einzelnen Glieder.« In Recht und Sitte spricht sich das sittliche Leben der Völker aus. Im Naturzustande hat ein Volk nur Sitten, denen sich der Einzelne zufolge einer ursprünglich unbewußten Erkenntnis ihrer Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit, von instinktivem Takt geleitet, unterwirft. Erst mit Beginn des geschichtlichen Lebens werden die Sitten in ihrer vollen Bedeutung als Höhenmesser des allgemeinen Volksbewußtseins erkannt und zu Gesetzen ausgeprägt, welche nun alle Lebensverhältnisse mit bewußter Absicht regeln. So mannigfache Wandlungen aber auch die sittlichen Anschauungen im Laufe der Geschichte erfahren, so abhängig sie von den verschiedenen Lebensverhältnissen der Völker sind, so sind doch die sittlichen Zwecke, welche die Völker zu erreichen streben, in ihrem Wesen immer dieselben und nur die Mittel zum Zweck oft sehr verschieden. Im naturalistischen Triebleben geht dem Menschen fast alles in der physischen Kraft, in dem Streben nach Selbsterhaltung auf. Recht und Sitte begrenzen aber den Selbsterhaltungskampf des Einzelnen nach Maßgabe dessen, was der Erhaltung der Gemeinschaft nützt oder schadet. Nur in dieser Richtung liegt zunächst der Zweck der Strafe. Wie ein jeder das natürliche Recht der Notwehr hat, so ist die Strafe ein Akt der Selbstverteidigung, ein Schutzmittel der Gesellschaft gegenüber der Vergewaltigung und Schädigung durch den Einzelnen; sie macht den, welcher das Wohl der Gesamtheit gefährdet, unschädlich. »Eine Theokratie fordert sogar im Namen Gottes Vernichtung der Andersgläubigen; die primitive Stammesgenossenschaft befiehlt die Blutrache und die Vernichtung aller Feinde, heiligt Menschenopfer und Menschenfresserei« (Schäffle). Erst wenn auf höherer Gesittungsstufe auch das Leben des Einzelnen eine Wertschätzung für sich allein gewinnt, wird die Strafe milder und zu einem Mittel der Erziehung, insofern sie dem Individuum nur die Überlegenheit und den Willen der Gesamtheit zum Bewußtsein zu bringen sucht, im übrigen aber ihm die Möglichkeit gewährt, seinen Eigenwillen in Gehorsam unter den allgemeinen Willen zu beugen und zu der Einsicht zu kommen, daß der eigene Vorteil nur in Übereinstimmung mit Sitte und Gesetz, den gemeinsamen Interessen des sozialen Organismus, zu finden ist. Gelingt es indessen der erziehenden Macht der Strafe nicht, den Prädispositionen in Gemüt und Willen einen Antrieb zum Guten zu geben, sind die sittlichen Instinkte in dem Einzelnen in solchem Grade entartet, daß seine Gemeingefährlichkeit dauernd bestehen bleibt, so darf die menschliche Gesellschaft im Interesse des Ganzen auch heute noch kein Bedenken tragen, sich solcher Pestbeulen der Menschheit dauernd zu entledigen. Nur eine falsch verstandene Humanität und schwächliche

Sentimentalität kann die Aufhebung der Todesstrafe fordern. Denn lediglich dadurch, daß die gesund entwickelten sozialen Instinkte, welche eine gute Willensrichtung versprechen, zur möglichst ausschließlichen Vererbung kommen und durch Gewöhnung gesteigert und geläutert werden, nur dadurch, daß die Erziehung zu folgerichtigem Denken und zu normalen Vorstellungen die Einsicht in das Zuträgliche mehrt und fördert, vermag die Idee des Guten als die alle Handlungen bestimmende (determinierende) höhere Macht zum Durchbruch zu gelangen; denn das Gute ist mit dem Sittlichen und dieses mit dem für die Gesamtheit Zuträglichen ursprünglich völlig identisch. Schon die Platonische Ethik kennt kein höheres Prinzip des Handelns als den Nutzen. »Das Nützliche ist gut und das Schädliche böse.« Dieselbe Auffassung des sozial-ethischen Prinzips finden wir bei Spinoza, wenn er sagt: »Was das Gute und das Schlechte anlangt, so bezeichnen sie auch nichts Positives in den Dingen, wenn sie an sich betrachtet werden. Sie sind nur Arten des Denkens und Begriffe, die man aus der Vergleichung der Dinge bildet. Denn eine und dieselbe Sache kann zu gleicher Zeit gut, schlecht und auch gleichgültig sein. . . . Unter Gut verstehe ich das, von dem wir gewiß wissen, daß es uns nützlich ist; unter Schlecht verstehe ich das, von dem wir gewiß wissen, daß es uns verhindert, ein Gut zu erreichen.« Die Sittlichkeit entsteht erst aus den sich kreuzenden Bedürfnissen, Ansprüchen und Leidenschaften mehrerer als Glieder einer Gemeinschaft; sie ist wie das Naturgesetz das Maß für die sich allmählich ins Gleichgewicht setzenden Willenskräfte der Gesellschaft, das alle menschlichen Handlungen regelnde Gattungsurteil des gesellschaftlichen Geistes. Die Gesetze menschlicher Willensbethätigung stellt die Ethik dar, indem sie dieselben aus den thatsächlichen Handlungsweisen abstrahiert. Wenn nun in diesen Abstraktionsprozeß nur diejenigen Willensentscheidungen und Handlungen eingehen, welche erfahrungsgemäß allgemeine Billigung finden, weil sie im Interesse der Gesamtheit liegen und daher sittlich heißen, so sind die allgemeinen Urteile, welche das Gemeinsame, Konstante, Ideale in ihnen zu einem zusammenfassenden Ausdruck bringen, die sittlichen Normen des Handelns, Gebote der Sittlichkeit, die ihrerseits den Wert der individuellen Willensbethätigung bemessen und auf diese bestimmend einwirken. Die Maximen der Sittlichkeit sind also nicht etwa a priori feststehende, durch die reine Vernunft gegebene Musterbegriffe, sondern Regeln, die aus den wechselseitigen Beziehungen des Einzelnen zur Gesamtheit, des Subjekts zum Objekt abstrahiert sind. Aus diesem Grunde kann nun auch das Sittengesetz der psychologischen Notwendigkeit niemals widersprechen; es ist eben nichts anderes als das ideale Schema derselben. Die Normen verhalten sich zu den Naturgesetzen wie die Ideale der Kunst zur Natur. Der Künstler schafft das Ideal, indem er, wie Schiller sagt, »die in mehreren Gegenständen zerstreuten Strahlen von Vollkommenheit in einem einzigen zu sammeln, einzelne das Ebenmaß störende Züge der Harmonie des Ganzen zu unterwerfen, das Individuelle und Lokale zum Allgemeinen zu erheben« weiß.

So werden auch die Normen der Sittlichkeit, ohne den Boden der naturnotwendig bedingten Wirklichkeit zu verlassen, zu Idealen, indem sie das wahrhaft Gemeinnützige und Allgemeingültige aus der Formenfülle menschlicher Handlungsweise herausheben. Auch die Funktionen menschlicher Willens- und Gefühlsthätigkeit sind kausalgesetzmäßig bedingt. Die Willensfreiheit besteht nach Spinoza darin, daß sich die Menschen ihres Willens bewußt und der Ursachen, von denen sie bestimmt werden, unbewußt sind. Alles Wollen und Handeln ist das Resultat der stärksten Motive. In seinem Buche »Der menschliche Wille vom Standpunkte der neueren Entwickelungstheorien«, Berlin 1882, sagt G. H. Schneider: »In der Frage nach der Freiheit des menschlichen Willens kann es sich nicht um einen Ausschluß desselben aus dem Kausalitätsverhältnis handeln, vielmehr ist jede einzelne Willensregung wie jeder Entschluß durch die vererbten Anlagen, die relative Stärke der einzelnen Beziehungen zwischen den Vorstellungen und Trieben, durch das, was man Charakter eines Menschen nennt, sowie durch die im individuellen Leben gemachten Erfahrungen und den momentanen Bewußtseinsinhalt so notwendig bedingt und bestimmt als der Lauf des Wassers durch die Bodenverhältnisse.« In gleichem Sinne läßt Schiller in seinem »Wallenstein« den Helden sagen:

Des Menschen Thaten und Gedanken, wißt,
Sind nicht wie Meeres blindbewegte Wellen.
Die innre Welt, sein Mikrokosmus, ist
Der tiefe Schacht, aus dem sie ewig quellen.
Sie sind notwendig wie des Baumes Frucht,
Sie kann der Zufall gaukelnd nicht verwandeln.
Hab' ich des Menschen Kern erst untersucht,
So weiß ich auch sein Wollen und sein Handeln.

Die Annahme, daß gänzliche Willkür im Handeln herrsche, verwechselt das Wollen mit dem Können, die physische Möglichkeit der Handlung mit der moralischen. Das Wollen hängt von dem geistig sittlichen Zustande ab, in welchem sich der Handelnde befindet. Jede Willensentscheidung und die aus ihr folgende Handlung ist naturgesetzlich bedingt durch den Charakter des Menschen, durch die in seinem geistigen Wesen, in der ganzen Art seiner Denk- und Gefühlsweise begründete und in bestimmten äußeren Umständen befestigte Konstanz seiner Motive. In dem Kampfe zwischen den verschiedenen Motiven, d. h. in dem innern Vorgange, den man als Wahl bezeichnet, führt stets diejenige Vorstellung zur Willensentscheidung, die momentan als die relativ zweckmäßigste, d. h. angenehmste erscheint, eben weil die Vorstellung vom relativ Zweckmäßigsten, d. h. Angenehmsten auch den stärksten Trieb verursacht.

Wie wir aber schon sahen, erfahren die Formen der Motivation eine Einschränkung und Auswahl durch die Beziehungen des Individuums zur Gesellschaft. Die Sittlichkeit ist ursprünglich heteronom; sie bestimmt mit zwingender allgemeingültiger Macht, wie sich der Einzelne dem Gesamtwillen der Gesellschaft und dem fremden Einzelwillen gegenüber zu verhalten hat, damit das Gleichgewicht der Willenskräfte nicht gestört werde. Die Gesellschaft bestimmt durch ihre Ansprüche und

Erwartungen die sozialen Pflichten des Einzelnen. Pflichten sind Forderungen, durch welche die Gesellschaft die individuellen Willenskräfte einschränkt und zur Entfaltung in gemeinnütziger Thätigkeit zwingt. Rechte sind nicht dem Individuum als solchem ureigentümlich (angeboren), sondern erst eine Folge der allgemein-verbindlichen sozialen Pflichten. »Ein Recht,« sagt Windelband, »erwächst für das Individuum erst aus demjenigen, was hinsichtlich desselben die gesellschaftliche Ordnung von den andern Individuen verlangt. Mein Recht besteht darin, daß die anderen Pflichten gegen mich haben.«

Die Freiheit der Wahl ist zunächst eine »Gewohnheit des Müssens«. Durch diese kommt aber der Einzelne einerseits zu einer Gewohnheit des Wollens nach Motiven, die zu allgemein gebilligten, d. h. sittlichen Handlungen führen, anderseits zu einer Erkenntnis des Sollens und zur Anerkennung des Sittengesetzes als der höchsten allgemeingültigen Form der Motivation. Freiheit ist somit die bewußte Unterordnung aller Triebe unter die Herrschaft sittlicher Motive. Erst wenn die Vernunft infolge progressiver Gewöhnung und Vererbung die Herrschaft gewinnt über die Neigungen und Leidenschaften, die in der Selbstliebe wurzeln, gründet sich die Sittlichkeit auf die vernünftigen Kräfte des autonomen Geistes, der nicht mehr in blindem Gehorsam oder aus einem Beweggrunde des Egoismus, aus Furcht vor Strafe oder aus Hoffnung auf Lohn und Vorteil das Gesetz erfüllt, sondern der das Gesetz, den Willen der Gattung, in seinen eigenen Willen aufgenommen hat (als Gewissen) und somit frei von einem äußern Zwange, in willigem Gehorsam, in freudiger Selbstvergessenheit das Gute um des Guten willen thut. In der sittlichen Welt soll die Person eben nicht bloß Glied, sondern zugleich Haupt, selbst gesetzgebender Wille sein. Erst die Autonomie des Willens bedingt die Moralität der Gesetzeserfüllung im Gegensatz zu bloßer Legalität. So erhält die Sittlichkeit mit dem tieferen Fundament die Richtung auf ein höheres Ziel; als wahrhafte Humanität richtet sie sich auf die Erfüllung von Kulturaufgaben, welche die Freiheit möglichst vieler Menschen von den Bedingungen des Naturzustandes, die Würde des Menschen, seine sittliche Selbstbestimmung und wahre Geistesfreiheit zum Zweck haben.

Die vollkommenste Verwirklichung der Sittlichkeit ist der nationale Staat. Er ist das als eine unabhängige Macht rechtlich geeinte Volk. Recht und Macht bedingen sein Wesen; beide fallen im Staate zusammen und halten sich das Gleichgewicht. Die Macht wird zum Recht, indem sie für das soziale Leben Gesetze, welche sie selbst binden, gibt, eventuell oktroyiert. Das Recht ist die zu eigenem Vorteil sich selbst beschränkende, in bestimmter Form sich maßvoll zur Geltung bringende Macht. Es entspringt der Erkenntnis des Mächtigen, daß es in seinem eigenen Interesse liegt, den Schwachen neben sich zu dulden. Wie die Macht das Ergebnis der im Kampfe sich messenden und steigernden Kräfte des Individuums und der gesellschaftlichen Gruppen ist, so ist das Recht die Resultante der im Frieden auf die thatsächlichen Machtverhältnisse hin sich einigenden Gewalten. Die staatliche Macht findet ihren höchsten Ausdruck in der Souveränität. Der Schwerpunkt

derselben liegt in der unbeschränkten Kriegsherrlichkeit und in der Befugnis des Staates, den Umfang seiner Hoheitsrechte selbst zu bestimmen und unhaltbar gewordene Rechte seiner Gliederstaaten, durch deren Zusammenschluß er eben die umfassendste Gemeinschaftsform geworden ist, von Rechtswegen, d. h. durch Zwangsnormen aufzuheben. Es liegt eben in der Natur seines Zweckes, den geringeren und vorübergehenden Vorteil einem höheren und dauernden zu opfern. Durch diese Rücksicht auf die Förderung des Gesamtwohles erhält diese scheinbar brutale Zwangsgewalt des Staates ihren sittlichen Untergrund, und so erscheint das Recht als der Inbegriff der im Staate geltenden Gesetze. Das Recht entsteht mit dem Staate. Alles Recht ist Menschen-Satzung, die in bestimmten Gemeinschaften unter bestimmten Verhältnissen zur Geltung gekommen ist und durch die Macht der Gesellschaft geschützt wird. Der rechtliche Ausdruck staatlicher Machtverhältnisse ist die Staatsverfassung.

Beim Staate handelt es sich nun nicht bloß um die Fürsorge für das physische Dasein seiner Angehörigen, auch nicht bloß um die gemeinsame Abwehr äußerer Feinde und um gesicherten Verkehr, obwohl eine ganze Anzahl der wichtigsten Veranstaltungen diesen Zwecken dienen, wir nennen die Finanz-, Rechts- und innere Verwaltung, die Verwaltung der auswärtigen Angelegenheiten und die Heeresverwaltung. Die höchste Aufgabe des Staates besteht darin, Staatsbürger zu bilden und zu erziehen, welche sich in ihren Handlungen durch Motive bestimmt fühlen, die über den Egoismus hinausreichen und zeigen, daß das Individuum nicht für sich, sondern für das Ganze zu leben, ja für das Wohl und Wehe der Gesamtheit zu leiden und zu sterben bereit ist. Die progressive Läuterung der Motive erzeugt eine immer vollkommenere Anpassung des Einzelnen an die Forderungen und Lebensbedingungen der Gesamtheit. Schule, Heer und Kirche sind die Institutionen und Organe, welche vom Staate als der allgemeinsten Organisationsform abhängig und vom Staate entweder direkt geleitet oder beaufsichtigt in diesem Sinne für die staatlichen Zwecke arbeiten, indem sie die geistig sittlichen Instinkte des Menschen im Interesse der Gesamtheit und dadurch zugleich zum Wohle des Individuums entwickeln, fördern und leiten. Der Konflikt zwischen Staat und Kirche ist nur dadurch entstanden, daß es eine Zeit gab, in welcher beide noch undifferenziert waren, insofern religiöse und soziale Gemeinschaft zusammenfiel. Auf dieser den Anfängen menschlicher Zivilisation angehörenden patriarchalischen Form staatlichen Gemeinlebens fußend, glaubt sich leider immer noch eine Kirche zu der Forderung berechtigt, einen freien Staat im Staate zu bilden, während sie doch auf Grund der geschichtlichen Entwickelung nur der integrierende dienende Teil des Ganzen sein kann. Auch in den Fragen der Erziehung und des Unterrichts entscheidet lediglich die Rücksicht auf das, was der Erhaltung der staatlichen Gemeinschaft nützt oder schadet. Hiermit geht das Wohl und Wehe, Lust und Leid des Einzelnen beständig parallel. Die Anpassung des Individuums an die Existenzbedingungen der Gesamtheit und die Nutzbarmachung aller seiner Kräfte für das Gedeihen des Ganzen ist das Ziel einer wahrhaft nationalen Erziehung. Der moderne Staat wird dadurch der Gesamt-

organismus *aller* sittlichen Gemeinschaft. Die Moral ist in der That wie das Recht eine Angelegenheit der solidarisch verbundenen Gesellschaft des Staates. Wo aber das Staatswohl nicht in Frage gestellt erscheint, wo die Interessen der Einzelpersönlichkeit sich ohne Schädigung für die Gesamtheit isolieren lassen, da ist es die sozialpolitische Aufgabe des Staates, seinen Bürgern soviel freien Spielraum zu geben, daß sie in der ihrem individuellen Charakter entsprechenden Weise zu leben und ihre Kräfte eigentümlich zu entfalten vermögen.

Auf diese Weise muß der moderne Staat alle physische, geistige und sittliche Tüchtigkeit in seinen Bürgern pflegen, sie zu einer schönen, durch ihren innern Wert wie durch äußere Lebensführung befriedigenden Thätigkeit anregen. Er muß die persönliche Freiheit achten, einer übermäßigen Ausdehnung derselben jedoch Schranken ziehen zum Schutze des Schwachen gegenüber dem Starken. Er muß alle Härten der sozialen Gegensätze, die nun einmal mit menschlichem Wesen und menschlicher Begabung untrennbar verbunden sind, mildern, ihre Ungerechtigkeiten, soweit es möglich ist, ausgleichen, kurz er muß das *Palladium* für reine und freie Menschlichkeit sein. Diese sittliche Grundlage staatlichen Gemeinwesens haben die Hellenen in dem schönen Wort ausgedrückt, daß es die Freundschaft sei, welche den Staat zusammenhalte. Dieses Gefühl der Solidarität wurzelt nicht bloß in dem gemeinsamen Grund und Boden, in Verwandtschaft und Gemeinschaft des Blutes oder in der Erkenntnis der Vorteile, die ein mit vereinten Kräften geführter Selbsterhaltungskampf verleiht; in höherem Grade liegt es begründet in den geistig-sittlichen Wechselbeziehungen der Menschen, in der Gemeinschaft von Sitte und Gesetz, von Sprache und Religion, von Kunst und Wissenschaft. Diese geistigen Faktoren sind es, welche die ideelle Einheit eines Volkes bilden, den Schwerpunkt, worin das Gleichgewicht seiner sozialen Kräfte ruht.

Wissenschaftliche Rundschau.

Biologie.

Das Problem der Vererbung.

I. Vorgeschichte[1].

Die jeweilige Organisation eines Tieres oder einer Pflanze ist im wesentlichen auf die Wirkung zweier Faktoren zurückzuführen: auf die Vererbung und auf die Anpassung. Beide stehen in antagonistischem Verhältnis zu einander. Denn die Fähigkeit des lebenden Körpers, sich solchen Lebensbedingungen anzupassen, welche von denen seiner Eltern verschieden sind, ruft der Veränderung seiner Organisation, da ja im Kampfe ums Dasein die den Lebensbedürfnissen am besten entsprechenden, also zweckmäßigsten Eigenschaften herangezogen werden. Die Vererbung aber, deren Tendenz dahin geht, den kindlichen Organismus dem elterlichen gleich werden zu lassen, ist das konservative, auf die Erhaltung der elterlichen Eigenschaften hinwirkende Organisationsprinzip. Mit beiden Begriffen sind wir gewohnt, so zu operieren, als wären sie uns bekannte Größen. Denn mit den Thatsachen, welche der Vererbung und der Anpassung zu Grunde liegen, vor allem aber mit den Thatsachen der Vererbung sind wir durch ihre fortgesetzte Wiederholung von Generation zu Generation an allen pflanzlichen und tierischen Organismen so vertraut geworden, daß wir sie als eine Naturnotwendigkeit ansehen, ohne daran zu denken, daß auch diese Naturnotwendigkeit einer Erklärung bedarf. Warum wiederholt der kindliche Organismus den elterlichen? Welches ist die Ursache der Vererbung? Diese Fragen sollen im nachfolgenden an Hand der zahlreichen in neuester Zeit geäußerten Ansichten über das Problem der Vererbung erörtert werden.

Darwin gehört mit zu den ersten, welche sich über die Ursache der Vererbung in einer selbständigen Hypothese aussprachen. Mußte es doch dem faktischen Schöpfer der Entwickelungstheorie daran gelegen sein, daß eines der Fundamentalprinzipien seiner Theorie seinem Wesen nach der Erkenntnis wenn nicht erschlossen, so doch genähert, über den Wert des inhaltlosen Wortes erhoben werde. In seinem grundlegenden

---

[1] Es liegt nicht im Plane der vorliegenden Arbeit, eine erschöpfende Geschichte der Vererbungstheorien bis zu dem Moment zu geben, wo diese in engeren Zusammenhang mit der Befruchtungstheorie gebracht wurde. Vielmehr sollen nur einige wichtigere Etappen kurz markiert werden.

Werke beschränkt er sich zwar auf die einfache Wiedergabe von Thatsachen der Vererbung, um erst fast zehn Jahre später in seinem Werke »Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation« eine Ansicht über das Wesen der Vererbung zu äußern[1].

Darwin nimmt für die pflanzlichen und tierischen Zellen außer ihrer gewöhnlichen Vermehrungsweise durch Teilung eine zweite, das Wesen der Vererbung bedingende Vermehrungsweise an. Bevor sie zur »gebildeten Substanz« werden, sollen die Zellen im erwachsenen Zustande der Organismen wie in jedem Stadium ihrer Entwickelung kleine Körnchen oder Atome (natürlich nicht im chemischen Sinne) abgeben, welche durch den ganzen Körper frei zirkulieren. Genügende Ernährung vorausgesetzt, kommt diesen Keimchen die Fähigkeit zu, sich durch Teilung zu vervielfältigen und sich zu Zellen zu entwickeln, welche denen entsprechen, von welchen sie selbst abstammen. Die Eltern überliefern diese Zellenkeimchen ihren Nachkommen, und normal entwickeln sich diese bereits in der ersten kommenden Generation. Sie müssen sich jedoch nicht notwendig schon in dieser entwickeln. In einem schlummernden Zustande, latent, werden sie oft viele Generationen hindurch übertragen, um erst später zur Entwickelung zu gelangen (Atavismus). Die Entwickelung derselben, so lautet eine weitere Voraussetzung, hängt von der Vereinigung mit andern teilweise entwickelten Zellen oder Keimchen ab, welche ihnen in dem regelmäßigen Verlauf des Wachstums vorausgehen. Endlich schreibt Darwin seinen Keimchen in ihrem schlummernden Zustand eine gegenseitige Verwandtschaft zu einander zu, welche verursacht, daß sie sich zu Knospen und Sexualelementen verbinden.

Wenn Darwin selbst seine Hypothese der Pangenesis als eine provisorische bezeichnet, so gibt er damit deutlich genug zu verstehen, daß sie ihm nur ein Notbehelf sein muß. Der geniale Geist, der so manches Rätsel früherer Zeiten gelöst oder der Lösung nahe geführt hat, konnte sich wenigstens den Versuch einer Lösung des schwierigen Problems nicht versagen, den Versuch, der zugleich ein entschiedener Protest gegen die zu bereitwillige Anerkennung des nicht zu entschleiernden Geheimnisses in der Natur war.

Die Eigenschaften, welche Darwin seinen Keimchen zuschreibt, sind allerdings derart, daß durch sie die Thatsachen der Vererbung erklärt scheinen. Aber liegt in der Serie der Hypothesen, aus welchen die Pangenesishypothese in Wirklichkeit besteht, eine Vereinfachung des Problems? Bergen sie nicht vielmehr zum Teil keine geringeren Rätsel als die zu erklärenden Erscheinungen? Wenn z. B. Darwin von seinen Keimchen sagt: Sie werden wieder zu Zellen gleich denen, von welchen sie herstammen, so ist im wesentlichen nur das zu erklärende, die Gleichheit des aus der Keimzelle sich entwickelnden Organismus mit den Erzeugern der Keimzelle, auf diese Keimchen übertragen, die zu lösende Frage also nicht gelöst, sondern nur hinausgeschoben.

Haeckel hat (wir sehen dabei von jener Äußerung über die Vererbung in der generellen Morphologie ab, wonach der Kern der Be-

---

[1] Vergl. 27. Kap. Provisorische Hypothese der Pangenesis.

fruchtungselemente der Träger der erblichen Erscheinungen ist) seine Vererbungshypothese, die Perigenesis der Plastidule an die Hering'sche Theorie des unbewußten Gedächtnisses der organisierten Materie angelehnt. Diese Gedächtnishypothese sieht in der Vererbung einen unbewußten Erinnerungsprozeß, welcher das sich entwickelnde Individuum deshalb die Entwickelungsstadien seiner Eltern durchlaufen läßt, weil sich die organisierte Materie dessen erinnert, was dieselbe Materie schon oft während der Entwickelung der direkten Vorfahren durchgemacht hat. Im Momente mag uns diese Hypothese als ein Spielen mit Worten erscheinen. Ist Vererbung dem Verständnis näher gerückt, wenn wir sie eine »unbewußte Erinnerung« sein lassen? Und doch entspricht die Hypothese den logischen Anforderungen an eine wissenschaftliche Hypothese, indem sie einfach als die Verallgemeinerung gewisser physiologischer Thatsachen erscheint. Die bewußten, unter der Herrschaft des Willens vollzogenen Thätigkeiten gehen bei häufiger Wiederholung leicht in unbewußte, vom Willen unabhängige über. So liegt es nahe, mit Hering die unbewußten Leistungen als unbewußt gewordene aufzufassen. Dann ist es allerdings nur noch ein kleiner Schritt zu der weiteren Annahme, das, was für das Einzelwesen Gültigkeit hat, für eine ganze Deszendentenreihe gelten zu lassen.

An dem thatsächlichen Übergang bewußter Leistungen in unbewußte ist nicht zu zweifeln. Ob es aber richtig ist, die unbewußten, reflektorischen Vorgänge allgemein von bewußten abzuleiten, sie allgemein als unbewußt gewordene aufzufassen, erscheint uns fraglich. Die reflektorischen Vorgänge sind jedenfalls die einfachsten Seelenthätigkeiten. Wenn aber die verwickelteren Organisationsverhältnisse eines Tieres sich aus einfacheren entwickelt haben — und wer möchte beim gegenwärtigen Stande der Biologie eine allmähliche Entwickelung bezweifeln — dann ist nicht wohl einzusehen, wie eine bewußte Seelenthätigkeit, also ein komplizierterer physiologischer Prozeß, die Basis sein soll, aus welcher die einfacheren psychischen Vorgänge sich entwickelten. Richtiger scheint es uns, die bewußte Seelenthätigkeit aus der reflektorischen, unbewußten abzuleiten, sie aufzufassen als eine Äußerung einer spezielleren Differenzierung der die Bewegungserscheinungen auslösenden und die Empfindung vermittelnden Organe. Natürlich ließe sich dann nicht mehr von »unbewußter Erinnerung der Materie« sprechen, denn damit wird ein ursprüngliches Bewußtsein impliziert.

Haeckel sieht in seiner Wellenzeugung der Lebensteilchen eine mechanische Vererbungstheorie. Die individuelle Molekularbewegung der Plastidule der Mutterplastide teilt sich als gleichsinnige der Tochterplastide mit[1].

2. Der Befruchtungsprozess bei Pflanzen.

Beide Anschauungen, die Keimtheorie wie die Gedächtnistheorie, haben sich nie über die Bedeutung willkürlicher Meinungen erhoben.

[1] Die Kritik dieser Hypothese betreffend, verweisen wir auf Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, S. 74—81.

Ihrer hypothetischen Natur konnten sie sich nicht entkleiden, da ihnen die Grundlage fehlte, die das einzig sichere Fundament der Vererbungstheorie ist, wenn sie nicht bloß eine geistreiche Spekulation sein will. So ist es gewiß kein Zufall, wenn in neuerer Zeit gerade jene Forscher, wir nennen einen HERTWIG, STRASBURGER, FOL, VAN BENEDEN, NUSSBAUM, FLEMMING etc., sich mit dem so lange gemiedenen Problem der Vererbung befaßten, die auch das Wesen des Befruchtungsvorganges unserem Verständnis eröffneten.

Wohl betont HAECKEL zu wiederholten Malen den engen Zusammenhang zwischen Fortpflanzung und Vererbung. Die Vererbung ist, wie sich HÄCKEL ausdrückt, »als eine notwendige und integrierende Teilerscheinung der Fortpflanzung zu betrachten. Die Fortpflanzungslehre ist der notwendige Ausgangspunkt für das Verständnis der Phylogenie.« Doch mit dieser Erkenntnis konnte — ganz abgesehen davon, daß die naturphilosophische Idee, welche dem Gelehrten vorschwebte, ihn auf andere Bahnen leitete — die Vererbungstheorie nicht in Einklang gebracht werden, weil der Befruchtungsprozeß selbst noch ein ungelöstes Problem war.

Wenn wir den weiteren Erörterungen über die Vererbung eine Darstellung der geschlechtlichen Fortpflanzung voranstellen, so dürfte das dadurch gerechtfertigt sein, daß das Verständnis einer Reihe von Fragen der Vererbung aufs innigste von der Kenntnis dieses Prozesses abhängig ist.

Auf botanischem Gebiete hat vor allem STRASBURGER's unermüdliche Thätigkeit uns die genauere Kenntnis über den Befruchtungsvorgang erschlossen[1]. Im folgenden beschränken wir uns auf die Darlegung der Befruchtung bei Angiospermen, uns an die neueste diesbezügliche Publikation STRASBURGER's[2] anlehnend, da es ja nicht sowohl unsere Aufgabe sein kann, die verschiedenen Wandlungen, welche die Anschauungen des berühmten Botanikers im Laufe der verschiedenen Untersuchungen erfuhren, darzulegen, als vielmehr den Leser mit denjenigen Ergebnissen seiner Forschung bekannt zu machen, die uns als positiv, endgültig erscheinen.

In der ursprünglichen Anlage ist das Pollenkorn einzellig. Durch Teilung geht aus dieser »progamen Zelle« eine kleinere generative und eine größere vegetative Zelle hervor. Beider Kerne sind einander im Augenblick ihrer Entstehung aus dem Kern der progamen Zelle gleich, entwickeln sich aber vom Moment ihrer Entstehung an in ganz verschiedener Weise. Rasch nimmt der vegetative Kern an Größe zu, und wenn der generative Kern längst seine definitive Größe erreicht hat, wächst der vegetative noch weiter. Daß die ursprünglich gleichen Elemente zu heterogenen werden, zeigt sich nicht bloß in dieser quantitativen Verschiedenheit, kommt vielmehr auch in Struktureigentümlichkeiten und verschiedenem Verhalten zu Tinktionsmitteln, ein Beweis ihrer chemischen Verschiedenheit, zum Ausdruck.

---

[1] Eine neueste einschlägige Arbeit von Prof. Dr. A. Dodel-Port konnte, da sie erst nach Abschluß dieser Arbeit erschien, leider nicht berücksichtigt werden.

[2] Dr. E. Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung.

Werden die reifen Pollenkörner durch den Wind oder durch Insekten auf die Narbe übertragen, dann beginnt die Entwickelung des Pollenschlauches. Lebhafte Protoplasmaströmungen führen die beiden Kerne, den vegetativen und den generativen in den Pollenschlauch über. Hat sich der generative Kern nicht schon im Pollenkorn vor dem Übertritt in den Pollenschlauch geteilt, so vollzieht sich nunmehr gewöhnlich eine einmalige Teilung. Ausnahmsweise können wohl auch beide Schwesterkerne oder doch einer sich nochmals teilen. Die zwei oder mehr generativen Kerne sind aber weder durch die Gestalt, noch durch die Struktur, noch durch chemische Beschaffenheit voneinander verschieden.

Im nachfolgenden schildern wir speziell den Befruchtungsprozeß der Orchideen, die sich als besonders günstiges Beobachtungsmaterial erwiesen.

An dem Eiapparat, dem Embryosack, sehen wir der Mikropyle der Samenknospe zugekehrt zwei den Scheitel einnehmende Zellen, die Gehilfinnen oder Synergiden. Etwas tiefer liegt die Eizelle, deren großer Kern exzentrisch, von der Mikropyle abgewendet ist. Längs der Samenleisten, rechts und links von jeder Placenta, wachsen die Pollenschläuche in sechs Strängen in den Fruchtknoten hinein, und dem Stiel der Samenknospe sich anlehnend dringt der Pollenschlauch in die enge Mikropyle ein. Seine Wachstumsrichtung wird nach Strasburger durch einen chemischen Reiz bestimmt, welcher von der Samenknospe ausgeübt wird, und zwar speziell von einer Substanz, welche die Synergiden ausscheiden[1]. »Die Veränderung in der Wachstumsrichtung dieser Pollenschläuche fällt thatsächlich mit dem Augenblick zusammen, in welchem die Streifung der Synergidenkörper auftritt. Diese Streifung deutet wohl die Bahn an, welche die auszuscheidende Substanz innerhalb des Synergidenkörpers einschlägt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die im unteren Körperteil der Synergide befindliche Vakuole die auszuscheidende Substanz enthält.« Der durch den engen Mikropylenkanal sich durchzwängende Pollenschlauch dringt bis zu den Synergidenkappen vor, einem Fadenapparat, der als kleine lichtbrechende Kappe den Scheitel jeder Synergide ausfüllt. Eine direkte Berührung des Pollenschlauches mit der Eizelle findet also nicht statt. Durch die äußerst zarte Haut am Scheitel des Pollenschlauches dringt nunmehr Protoplasma aus und gelangt zwischen den Synergiden durchdrängend zum Ei, ohne daß aber ein Zusammenhang mit dem Plasma des Schlauches erhalten bliebe. Die Kerne sind im Pollenschlauch ohne Anwendung besonderer Färbemittel nicht wahrnehmbar, weswegen in früheren Schilderungen des Befruchtungsvorganges gewöhnlich von einer Auflösung der Kerne gesprochen wird. Der enge Weg, durch welchen der Pollenschlauch bis zu den Synergiden vordringt, zieht auch eine Formveränderung der generativen Kerne nach sich. Sie sind in der Mikropyle langgestreckt. Mit dem austretenden Plasma werden nun auch die generativen Kerne aus dem Pollenschlauch dem Ei zugeführt.

---

[1] Vergl. hierzu Kosmos 1884, II. S. 208: Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize.

Da wenigstens zwei generative Kerne vorhanden sind, so ist die Frage nicht ohne Bedeutung, ob nunmehr im Momente der Befruchtung zwischen ihnen eine physiologische Differenz zu konstatieren sei. Die gelegentliche Beobachtung, daß beide Kerne mit dem Eikern in Kopulation treten können, beweist deren Gleichwertigkeit. Gewöhnlich ist allerdings nur ein Kern, der zuerst in das Ei eindringende, der befruchtende.

Die Vorgänge, welche bei der Kopulation der Kerne statt haben, sind kurz folgende: Die einander anliegenden, verflachten Kerne sind anfänglich durch die doppelte Kernwand getrennt. Rasch wird diese undeutlich und schwindet zuletzt völlig. Die beiden Kernhöhlen verschmelzen zu einer einzigen. Die Kernfäden des Eikerns und des generativen Kerns legen sich einander an, ohne jedoch miteinander zu verschmelzen. Ein wirkliches Durchdringen oder Verschmelzen wird nur für die nichtorganisierten Substanzen der Kerne nachgewiesen.

Eine Reihe von Forschern, und Strasburger selbst zählte früher zu ihnen, sieht nun das Wesen des Befruchtungsprozesses in einer Verschmelzung der homologen Teile der befruchtenden Samen- und Eizelle. Sie halten also dafür, daß nicht nur die Kopulation der Kerne, sondern auch eine Verschmelzung des die Kerne umgebenden Plasmas zum Befruchtungsakt gehöre. Strasburger pflichtet dieser Vorstellung auf Grund seiner einläßlichen und exakten neuen Forschungen nicht mehr bei.

Wir wissen, daß durch die Teilung der progamen Pollenzelle eine geringe Menge Plasma zur Bildung der generativen Zelle abgesondert wird. Diesem wird also von jenen Forschern befruchtende Eigenschaft zugeschrieben. Dieses Plasma wird aber fast völlig von dem sich entwickelnden Kerne verbraucht. Der Rest bleibt aber nicht bis zur beginnenden Befruchtung um den generativen Kern abgegrenzt. Wissen wir doch, daß gewöhnlich schon zur Zeit der Teilung des generativen Kerns derselbe vom Plasma der vegetativen Zelle umgeben ist. Wirkte also nicht der Kern allein befruchtend, dann müßte man dem Plasma der vegetativen Zelle befruchtende Eigenschaft zuschreiben. Eine solche Annahme führte aber rasch zu einer ganzen Reihe von Ungereimtheiten. Wie sollte man dann die Abschnürung eines generativen Teiles in der progamen Zelle verstehen? Mehr noch. Man würde gezwungen, in dem Verhalten der Gymnospermen gegenüber den Angiospermen einen fundamentalen Unterschied in einem Prozeß zu konstatieren, der, soweit aus den vielen einschlägigen Untersuchungen ersichtlich ist, nicht nur bei allen Pflanzen, sondern bei allen Organismen übereinstimmend verläuft. Da bei den Gymnospermen bei der Teilung der progamen Pollenzelle eine dauernde Trennung des vegetativen vom generativen Teil statt hat, schriebe man demjenigen Teil des Plasmas der befruchtenden Zelle der Angiospermen befruchtende Eigenschaft zu, der bei den Gymnospermen von einer Befruchtung absolut ausgeschlossen ist. Das Vordringen des mit den generativen Kernen aus dem Pollenschlauch austretenden Plasmas bis zur Eizelle ist zwar beobachtet — Strasburger schreibt ihm die physiologische Funktion eines lokomotorischen Apparates zu, äquivalent dem cilienartigen Anhang der Spermatozoen — nichts aber deutet auf einen Übergang desselben in das Ei hin.

So halten wir dafür, daß zweifellos der Befruchtungsakt nur in einer Kopulation eines generativen Kerns mit dem Eikern besteht.

Verfolgen wir noch an Hand der Darstellungen unseres Gewährsmannes die ersten Vorgänge, die unmittelbar auf den Befruchtungsakt folgen. Der durch Kopulation der beiden Kerne entstandene neue Kern ist der Keimkern. In ihm sind, wie bereits erwähnt, die Kernfadengerüste beider Kerne enthalten. Die Teilung des Keimkernes, d. h. also der erste Schritt zur Entwickelung des Tochterorganismus, wird dadurch eingeleitet, daß sich jedes Gerüste zu einem kürzeren Kernfaden zusammenzieht, welcher sich in Segmente teilt. Diese teilen sich der Länge nach, und ihre Längshälften werden auf die beiden entstehenden Tochterkerne so verteilt, daß jeder Tochterkern gleich viele Kernfäden aus dem ursprünglich generativen Kern und dem Eikern, also gleich viele Kernfäden väterlicher- und mütterlicherseits erhält. Indem in den Tochterkernen die Kernfadensegmente mit ihren Enden zu einem einzigen Kernfaden verschmelzen, entstehen zwei Kernfäden, die zur Hälfte aus Kernfadenstücken des Vaters, zur Hälfte aus Kernfadenstücken der Mutter gebildet werden.

Soweit die morphologische Thatsache der Befruchtung im Pflanzenreich, speziell bei den Phanerogamen.

3. Der tierische Befruchtungsprozess.

Wir stützen uns in nachfolgender Darstellung hauptsächlich auf Beobachtungen von O. Hertwig[1] und Flemming[2].

Wir beginnen mit der Darstellung der Reifung der Eizelle, jener eigentümlichen Vorbereitung zur Befruchtung, die als das Ausstoßen der Pol- oder Richtungskörperchen bezeichnet wird. Ihre Entstehung beginnt damit, daß von dem das Keimbläschen umhüllenden Plasma gegen die Oberfläche des Keimbläschens sich eine Hervorragung entwickelt, während gleichzeitig im Keimbläschen eine Reihe von Veränderungen vor sich geht. Es bildet sich im Keimfleck eine große Vakuole, die einen soliden, sich stärker färbenden Körper umschließt. In dem Höcker erscheint eine Strahlenfigur, neben dieser eine zweite: wir erhalten das Bild eines Doppelsternes, jene für die indirekte Kernteilung so charakteristische Figur. Der Doppelstern nimmt an Größe zu, während gleichzeitig das Keimbläschen schrumpft und der Keimfleck kleiner wird. Die Gleichzeitigkeit dieser Veränderungen legt die Vermutung nahe, daß die Größenzunahme des Doppelsternes auf Kosten des Keimbläschens und Keimfleckes vor sich gehe. Zugleich erfolgt eine Ortsveränderung des Doppelsternes. Er steigt an die Oberfläche des Dotters empor und ordnet sich in der Richtung eines Eiradius. Das Keimbläschen ist nunmehr völlig verschwunden. Das Ei erscheint als eine homogene Masse, welcher an der Peripherie der Doppelstern eingelagert ist. — Nach kurzer Pause

[1] O. Hertwig, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Teilung des tierischen Eies. Morphol. Jahrb. Bd. III und IV.

[2] Flemming, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XVIII. XX.

entsteht an der Oberfläche des Eies über dem Doppelstern ein cylinderförmiger Höcker. Mit seinem Wachstum hält die Ausbildung einer Einschnürung an seiner Basis Schritt. Sie führt schließlich zur Trennung des Höckers vom Ei. Die Abschnürung des ersten Richtungskörperchens (Polkörperchens) ist erfolgt. Auf gleiche Weise bildet sich ein zweites, und wieder bleibt nach seiner Abschnürung die zentrale Hälfte der Doppelstrahlung in der Dotterrinde zurück. Dieser Rest der Spindel verwandelt sich in eine Anzahl kleiner Vakuolen, welche sich zu einem einzigen Kern vereinigen, der von radiären Streifen des Plasmas umgeben wird. Es ist als ein Abkömmling des Keimbläschens der Eikern entstanden.

Die Ausscheidung der Polkörperchen hat gar mannigfaltige Beurteilung erfahren, von welchen in diesem Referate um so weniger Umgang genommen werden kann, als sie auch auf die Anschauungen über die Vererbung von bestimmtem Einfluß sind.

Van Beneden[1] glaubt, daß der Kern des Spermatozoon wie der Eikern ursprünglich hermaphroditisch seien. Sollen sie zur Zeugung tauglich sein, so muß eine Ausscheidung von Stoffen erfolgen. Der Eikern muß sich seiner männlichen Substanz entledigen, der Samenkern seiner weiblichen. Die zur Ausscheidung kommenden Richtungs- oder Polkörperchen sind nach ihm die männlichen Elemente des hermaphroditischen Eikernes. Er beschreibt denn auch eine Ausscheidung von weiblichem Stoff (Portion cytophorale) bei den Samenzellen von *Ascaris megalocephala*.

Wenn wir die Entstehung der Richtungskörperchen, wie sie von den verschiedensten Autoren beschrieben und gezeichnet wird, mit der oben beschriebenen Teilung des Furchungskernes vergleichen, so läßt sich kaum bezweifeln, daß beide Prozesse im allgemeinen analog verlaufen, d. h. also: wegen des Auftretens von Kernteilungsfiguren bei der Bildung von Richtungskörperchen sind wir wohl berechtigt, ihre Entstehung auf eine indirekte Kernteilung zurückzuführen. Aus Strasburger's Beobachtung geht aber hervor, daß bei dieser Kernteilung nicht etwa eine Verteilung von Substanz in dem Sinne statt hat, daß der eine Kern eine dem Wesen nach andere Substanz enthalten kann. Die Längsteilung des Kernfadens bedingt vielmehr eine Übertragung gleicher Substanz in zwei Hälften. So kommt Strasburger zu der Ansicht, daß nicht sowohl in der Ausscheidung bestimmter Substanz das Wesen der Vorbereitung der geschlechtlichen Elemente zur Befruchtung beruhe, als vielmehr in der Substanzumwandlung. Es schwebt ihm dabei wohl in erster Linie die Umwandlung vor, welche die progame Pollenzelle durchmacht. Die aus ihr hervorgehende generative und vegetative Zelle sind jedenfalls in ihrer Anlage gleich, und wie wir früher bereits hervorhoben, differenzieren sie sich erst allmählich zu heterogenen Teilen, zu Elementen, die wohl deshalb verschiedenartig werden, weil sie sich unter verschiedenen Ernährungsbedingungen befinden. Die Ausstoßung bestimmter Elemente, wie sie bei der Reifung bestimmter tierischer Eier

[1] Van Beneden, Rech. sur la maturation de l'oeuf, la fécond. etc. Arch. de Biologie Vol. IV.

beobachtet wird, ist ja thatsächlich nicht so allgemein nachgewiesen, daß man sie als das wesentlichste Moment bei der Reifung auffassen dürfte. Dagegen ließe sich die Ausstoßung als ein spezieller Fall der Aussonderung aus dem Plasma oder der Abgrenzung auffassen, und würde sie sich dann ganz gut der Entwickelung des progamen Pollenkornes zur befruchtungsfähigen Samenzelle anreihen. Wir werden übrigens später nochmals auf diesen Prozeß zu sprechen kommen, und dann zumal den durchaus entgegengesetzten Standpunkt Weismann's einläßlicher besprechen.

Während der Bildung der Richtungskörperchen tritt ein Samenkern an dem der Spindel oder dem Doppelstern gegenüberliegenden Teil der Eizelle in diese ein und wandert während der Ausscheidung der Richtungskörperchen langsam gegen die Mitte des Eies. Er hat das Aussehen einer Vakuole und entzieht sich bei den frischen Eiern leicht der Beobachtung, ist aber nach der Behandlung mit den bekannten Kerntinktionsmitteln leicht nachweisbar. Der inzwischen entstandene, noch stark exzentrisch liegende Eikern rückt ebenfalls gegen das Zentrum vor. Nach ihrer Berührung verschmelzen sie miteinander zum Furchungskern.

Die ersten Entwickelungsstadien des tierischen Furchungskernes decken sich im allgemeinen mit denen des pflanzlichen Keimkernes. Der durch Konjugation der beiden Kerne entstandene Furchungskern streckt sich zu einem spindelförmigen Körper. Das Fadengerüst, der chromatische Teil der Spindel, erscheint im Kernraum gleichmäßig verteilt. Bald entwickelt sich aus ihm ein Fadenknäuel, dessen einzelne Teile von gleicher Dicke und welligem Verlauf sind. Indem sich die Fadensegmente des Knäuels in der Äquatorialzone der Spindel anordnen, wird der achromatische Teil derselben in Form von Fäden bemerkbar, welche nach den Polen der Spindel hin konvergieren. Diese werden zugleich zu Zentren zweier Strahlensysteme, deren Strahlen nach gewöhnlicher Annahme durch die nach den Polen gerichtete radiäre Anordnung oder Aufreihung der Dotterkörner des umgebenden Plasmas gebildet werden. Die Kernfäden teilen sich in zwei Tochterhälften, welche den achromatischen Fäden entlang ziemlich rasch auseinandertreten, bis sie ungefähr in der Mitte zwischen Pol und Äquator Halt machen und sich in der Richtung der achromatischen Fäden ordnen. Aus ihnen geht schließlich das gleichmaschige Netzwerk der Tochterkerne hervor.

4. Das Idioplasma als Träger der erblichen Anlagen[1].

Wenn wir nunmehr speziell auf die neueren Anschauungen über das Wesen der Vererbung eintreten, so glauben wir aus verschiedenen Gründen die Darlegung von Nägeli's Hypothese voranstellen zu sollen, trotzdem ihre Bedeutung weniger in einer unmittelbaren Ausbildung der Thatsachen der Befruchtung liegt, als vielmehr in einer scharfsinnigen Spekulation über die Konstitution der organisierten Körper. Sie ist in erste Linie zu stellen, weil wohl künftighin kein Vererbungstheoretiker sich gewisser scharfer Begriffe entschlagen wird, die gerade durch unsere

---

[1] Vergl. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre von C. v. Nägeli. München und Leipzig, R. Oldenbourg. 1884.

genaueren Kenntnisse der geschlechtlichen Fortpflanzung aus dem Gebiet der Hypothese in den Bereich der Thatsächlichkeit hinübergerückt erscheinen.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung werden die elterlichen Eigenschaften so übertragen, daß die Deszendenten ungefähr die Eigenschaften des Vaters und der Mutter in gleicher Stärke zeigen. Keinesfalls wird ein stetes, bedeutendes Vorherrschen der mütterlichen Eigenschaften konstatiert. Wie ist diese Thatsache zu erklären? Der geneigte Leser wolle sich in die Zeit zurückversetzen, da das Wesen der Befruchtung noch nicht in dem Grad erkannt war wie heute, da die Verschmelzung der männlichen und weiblichen Zelle als das Wesen der Befruchtung aufgefaßt wurde. Ausnahmslos ist die Samenzelle bedeutend kleiner als die Eizelle, welche oft um das hundertfache, ja tausendfache das Volumen der Samenzelle übertrifft. In der Samenzelle und Eizelle müssen die Stoffe enthalten sein, durch welche die elterlichen Organismen ihre Eigenschaften auf den kindlichen übertragen. Unmöglich kann sich also die Gesamtheit des Plasmas der beiden Befruchtungselemente gleich verhalten. Repräsentierte die ganze Plasmamasse beider Zellen den Träger der erblichen Eigenschaften, dann müßten ja stets die Eigenschaften des Vaters, welche durch unendlich viel kleinere Masse übertragen werden, den mütterlichen gegenüber zurücktreten. Die gegenteilige Beobachtung nötigt also zu der Annahme, daß nur ein Teil der Masse der Befruchtungselemente als Träger der erblichen Eigenschaften aufgefaßt werden darf; daß z. B. in der Eizelle im Maximum eine Masse gleich derjenigen der Samenzelle Vererbungsplasma sein kann, wobei angenommen würde, daß der gesamte Plasmakörper der Samenzelle Träger erblicher Eigenschaften wäre. Es ist also zunächst in den Befruchtungselementen ein Dualismus des Plasmas anzunehmen, indem nur ein kleiner Teil der Gesamtmasse desselben als »Anlageplasma« oder »Idioplasma« erscheint. In analoger Weise besteht die Keimzelle und schließlich der ganze Organismus, der sich durch Wachstum aus der Keimzelle entwickelt, zum Teil aus Idioplasma.

Dieses wird nicht als ein bestimmter chemischer Körper definiert. So viele Spezies, so viele Idioplasmen. So viele Eigenschaften der Individuen, so viele Idioplasmen. Wie mag aber eine solche außerordentliche Mannigfaltigkeit des Idioplasmas unsern heutigen physikalisch-chemischen Vorstellungen vom Wesen der Körper adäquat zu denken sein?

Die Beschaffenheit des Idioplasmas ist eine Funktion seiner molekularen Zusammensetzung; vor allem von der Anordnung der kleinsten Teilchen, der Micellen abhängig. Nach einer namentlich unter den Botanikern allgemein gültigen Hypothese, einer Hypothese, die allein in befriedigender Weise die Quellungserscheinungen, die Vorgänge des Wachstums, das optische Verhalten organisierter Stoffe u. s. f. erklärt, besteht jeder organisierte Körper aus einer Zusammenfügung außerordentlich kleiner Teilchen, der Micellen, die aus Molekülen oder Molekülgruppen bestehen; deren einzelne außerhalb des Bereichs optischer Wahrnehmung liegen, deren reihenweise Anordnungen aber bei verschiedenen Körpern, bei Stärkekörnern, Krystal-

loiden, Zellmembranen, als Schichten oder Streifen mikroskopisch zu erkennen sind. Im trockenen Zustand berühren sich die Micellen; im Zustand der Imbibition, der Durchtränkung mit Wasser, befindet sich zwischen den Micellen eine bald stärkere, bald schwächere Schicht von Wassermolekülen. Jedes Micell ist also von einer Hydrosphäre umschlossen.

Welcher Natur sind die Idioplasmamicellen? Wenn wir uns auch selbstverständlich bei der Erörterung dieser Frage auf dem Boden der Hypothese bewegen müssen, der allerdings so lange als ein zulässiger anerkannt werden muß, als er nicht mit den Prinzipien der Physik und Chemie in Konflikt gerät, so kann uns doch der Zweck, den wir verfolgen, einer solchen Erörterung nicht entheben. Bedenken wir, daß die Gesamtheit der erblichen Eigenschaften als Idioplasma übertragen wird, daß in dem Idioplasma der Keimzelle die Anlage sämtlicher vererbter Eigenschaften sich befindet, bedenken wir, welche Mannigfaltigkeit der Eigenschaften bei einem höheren Organismus besteht; dann drängt sich uns unwillkürlich die Frage auf: Wird denn die vernünftiger Weise denkbare Zahl von Idioplasmamicellen der Keimzelle eine hinreichende sein, um als Anlage der erblichen Eigenschaften gelten zu können? Sind im Keim viele Eigenschaften in der Anlage vorhanden, und das wird für alle jene Fälle zutreffen, wo die Keimzelle einem Organismus angehört, der in der phylogenetischen Reihe der Organismen selbst nur wenige Stufen über dem Typus der Protisten steht, dann wird selbstverständlich eine komplizierte Anordnung der Micellen verlangt werden müssen. Je komplizierter aber die Zusammenordnung derselben ist, in um so größerer Zahl müssen die Micellen vorhanden sein. Geringe Größe der Micellen, damit deren auch auf kleiner Fläche viele Raum genug finden, ist daher ein erstes Erfordernis der Hypothese Nägeli's.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach gehört das Idioplasma zu den Eiweißkörpern oder Albuminaten. Aus verschiedenen Gründen sind diese ein Schmerzenskind der physiologischen Chemie. Sind sie chemische Verbindungen oder sind sie Gemenge von Verbindungen? In ihrer qualitativen Zusammensetzung stimmen sie mit einander überein. In ihrer quantitativen Zusammensetzung findet man aber Differenzen, die über das Maß hinausgehen, das man als unvermeidliche Bestimmungsfehler gelten lassen kann, wie wir denn auch beobachten, daß die aus den Prozentzahlen berechneten atomistischen Verhältnisformeln, die möglichen Minima der Molekularformeln, auf 1 Atom Schwefel bezogen sehr verschieden sind. Hält man das mit der Thatsache zusammen, daß stets auch Aschenbestandteile auftreten, dann scheint es uns richtiger zu sein, die Albuminate als Gemenge verschiedener Eiweißverbindungen aufzufassen. Eine hypothetische Molekularformel $C_{72} H_{106} N_{18} SO_{22}$ dürfte also vielleicht eher der Ausdruck des atomistischen Verhältnisses einer schwer trennbaren Eiweißmolekülgruppe sein, die dann wohl am passendsten als ein Micell aufgefaßt wird. Jedenfalls müssen wir, um zu einer Vorstellung über die Größe der Micellen zu gelangen, den Berechnungen die hypothetische Molekularformel zu Grunde legen. Im einfachsten Fall würde dann die Größe des Micells mit der Größe dieses Albuminat-

moleküls zusammenfallen. Wahrscheinlicher ist dieselbe ein Vielfaches von ihr.

Die absolute Größe der Moleküle verschiedenster Körper ist in neuerer Zeit auf verschiedenem Wege bestimmt worden. Es liegt daher auch im Bereich der Möglichkeit, für Masse und Volumen dieses hypothetischen Eiweißmoleküls einen positiven Ausdruck zu finden. Nägeli berechnet die Masse desselben zu 3,53 Trillionstel eines Milligramms. Danach könnte ein Kubikmikromillimeter[1] 400 Millionen dieser Moleküle enthalten. Das Molekularvolumen berechnet Nägeli zu 2,1 Trillionstel eines Kubikcentimeters.

Aus später zu entwickelnden Gründen wird dem Idioplasma die Form von Strängen zugeschrieben. Diese sind aber mikroskopisch nicht wahrnehmbar. Der Querschnitt eines Strangs, der auch außerhalb mikroskopischer Wahrnehmung liegt, beträgt — wir nehmen natürlich einen Maximalwert an — 0,1 Quadratmikromillimeter. Wie viele Moleküle, ev. Micellen können nun im günstigsten Fall in dieser Fläche liegen?

Wir sagten früher, daß jedes Micell von einer Hydrosphäre umgeben ist. Die Zahl der nebeneinander liegenden Micellen wird also ganz wesentlich von der Größe dieser Wasserhüllen abhängig sein. In bezug auf deren Größe ist man auf Vermutungen, auf willkürliche Annahmen angewiesen. Die Analyse organisierter Körper lehrt uns, daß der Wassergehalt, also die die Micellen umschließende Wasserhülle außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist. Bedenken wir, daß, wenn das Idioplasma seine Eigentümlichkeiten bewahren soll, dasselbe durch die im lebenden Körper wirksamen Kräfte keine Verschiebung seiner kleinsten Teile, d. h. keine Veränderungen seiner Struktur erfahren darf, so muß man sich das Idioplasma als ein ziemlich festes Gefüge denken. Dieses wird ihm dann zukommen, wenn die zwischen zwei benachbarten Micellen liegende Wasserhülle möglichst klein ist. Der geringste Wassergehalt im imbibierten Zustand wird dann vorhanden sein, wenn jedes Micell von einer einzigen Schicht von Wassermolekülen umschlossen ist. Unter diesen günstigsten Annahmen fänden auf einer Fläche von 0,1 qμ 25 000 Micellen (Moleküle) Platz und der Wassergehalt dieses Idioplasmas betrüge 74 %.

Wahrscheinlich ist der Wassergehalt ein geringerer, d. h. also die Größe der Micellen ist bedeutender. Nehmen wir an, ein Micell bestehe aus 100 dieser hypothetischen Moleküle, dann würden auf der Fläche von 0,1 qμ 2300 Micellen liegen können. Der geneigte Leser möge gestatten, daß wir die Fläche in einer unserer Vorstellung adäquateren Größe ausdrücken. Fragen wir uns: Wie viele Micellen liegen auf der Fläche eines qmm? Dieser enthält 100 Millionen 0,1 qμ. Also in jenem ungünstigen Fall, wo wir uns im Micell 100 Eiweißmoleküle vereint denken, kombiniert mit der allerdings günstigen Supposition, daß nur eine Wassermolekülschicht ein Micell umschließt, könnten auf der kleinen Fläche eines Quadratmillimeters 230 000 Millionen Micellen liegen. Die Zahl wird natürlich um so kleiner, je größer wir die trennende Wasser-

[1] 1 Mikromillimeter (1 μ) = 0,001 mm.

hülle annehmen. Sie sinkt z. B. auf 180 000 Millionen, wenn wir annehmen, daß zwei Wassermolekülschichten jedes Micell umhüllen.

Wie durch die Kombination von Wörtern die unendliche Mannigfaltigkeit der Sprache erzielt wird, wie die begrenzte Zahl der Töne durch kunstvolle Kombination zum Aufbau des erhebendsten musikalischen Kunstwerkes ausreicht, so dürfte auch die Zahl der Micellen, die wir uns auf Grund der dargelegten Berechnungen im Idioplasma der Befruchtungselemente vorzustellen haben, hinreichen, um selbst die zusammengesetztesten Erscheinungen, deren einfache Elemente sie sind, verständlich zu machen, und das um so mehr, als ja auch der Aufbau der Micellen, zumal wenn wir uns im Micell eine Gruppe von 100 Molekülen denken, einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit fähig ist. So kann uns also die Struktur des Idioplasmas des Keimes gleichsam ein mikroskopisches Abbild des makroskopischen, d. i. des ausgewachsenen Individuums darstellen. Wie dieses aus Zellen, Geweben, Organen aufgebaut ist, so besteht jenes aus Scharen von Micellen, welche miteinander zu höheren Einheiten verschiedener Ordnungen verbunden sind, die Anlage jener Elemente des Organismus darstellend.

In der Strukturverschiedenheit soll also die Verschiedenheit des Idioplasmas ein und desselben Individuums ebenso wie die Verschiedenheit des Idioplasmas verschiedener Spezies begründet sein. Die wissenschaftliche Berechtigung dieser Anschauung wird aber davon abhängig sein, ob unsere physikalisch-chemischen Kenntnisse auf eine Abhängigkeit zwischen der Struktur und den Eigenschaften uns bekannter Körper hinweisen. Wird diese Abhängigkeit durch die Erfahrung bestätigt, dann ist an der Wissenschaftlichkeit, also der wissenschaftlichen Berechtigung der Hypothese nicht zu zweifeln, welches auch die Stellung sein mag, die man ihr gegenüber einnehmen will. Die Leser wissen, daß viele Fälle bekannt sind, wo chemische Körper gleicher qualitativer und quantitativer Zusammensetzung verschiedene Eigenschaften zeigen. Diese können also nur durch die ungleichartige Lagerung der das Molekül zusammensetzenden Atome erklärt werden, also von der molekularen Struktur abhängig sein. Die vielen isomeren Verbindungen, mit welchen uns die Chemie der Kohlenstoffverbindungen bekannt gemacht hat, beweisen die Abhängigkeit der Eigenschaften eines Körpers von seiner Struktur. —

Wachstums- und Umbildungsprozesse stehen unter der Wirkung des Idioplasmas. Zeigt irgend eine Stelle eines Organismus kein Wachstum, fehlen Umwandlungen, dann weist das auf den Mangel an Idioplasma hin oder auf eine unrichtige Mischung desselben mit dem Nährplasma. Beobachten wir anderseits wieder, daß sich die Wachstumsvorgänge im Laufe der individuellen Entwickelungsgeschichte nach Zeit und Ort ändern, daß z. B. eine Pflanzenaxe erst schuppenartige Niederblätter, dann Laubblätter, dann besonders gestaltete Hochblätter, endlich die in mannigfacher Weise metamorphosierten Blätter der Blüte erzeugt, dann stehen wir vor Erscheinungen, die nur durch die Annahme zu erklären sind, entweder daß sich das Idioplasma im Laufe des individuellen Wachstums stetig verändert, um schließlich wieder bei der Bildung des Keimes auf seine ursprüngliche Beschaffenheit zurückzukehren, oder daß

die veränderten Umstände, welche mit dem Anlageplasma wirksam sind, solchen verschiedenen Bildungen rufen. Am natürlichsten ist es, solche Eigentümlichkeiten des Wachstums zurückzuführen sowohl auf Veränderungen, welche das Idioplasma im Laufe der Ontogenesis erfährt, als zugleich auf die veränderten Verhältnisse, unter denen es wirksam ist.

Worin aber bestehen die Modifikationen des Idioplasmas?

Während der Entwickelung des Individuums, d. h. während seines Wachstums hat eine stete Substanzzunahme statt, die auch eine Vermehrung des Idioplasmas nach sich ziehen muß. Denn weil das Idioplasma Träger aller erblichen Anlagen ist, so muß jede der zahllosen Zellen, deren Gesamtheit den Organismus ausmacht, auch einen bestimmten Anteil an Idioplasma haben. Die ungleichmäßige Konstitution desselben bedingt, daß sein Wachstum nicht ein gleichmäßiges sein kann. Es ist anzunehmen, daß immer die Anlagen derjenigen Gruppen, die sich am lebhaftesten vermehren, aktives Wachstum besitzen, zur Entwickelung gelangen, während die übrigen latent bleiben. Die successive Entfaltung der Anlagen im wachsenden Individuum ist also auf den Wechsel in dem Wachstumsprozeß zurückzuführen.

Ist das Wachstum auch notwendig mit einer Strukturveränderung des Idioplasmas verbunden? Die Thatsachen sprechen dafür, daß bei fast unbegrenzter Vermehrung die Struktur des Idioplasmas die gleiche bleiben kann. Pflanzen wir eine Spezies durch Stecklinge fort, dann kann in langer Dauer Generation auf Generation folgen, ohne daß die Spezies sich ändert. Wenn wir erwägen, daß eine ganze Reihe von Pflanzen, wir nennen beispielsweise *Dryas octopetala*, *Salix polaris* etc., von der Eiszeit bis in die Gegenwart sich gleichgeblieben sind, dann ist allerdings der unzweideutigste Beweis erbracht, daß eine weit über die Grenzen unserer Vorstellung hinausgehende Zunahme des Idioplasmas ohne eine Strukturveränderung desselben erfolgen kann. Denn die spezifische Gleichheit setzt eben die Unveränderlichkeit des die erblichen Anlagen bedingenden Idioplasmas voraus. Solche Beobachtungen sind von großer theoretischer Bedeutung, weil sie uns einen Einblick in die Konstitution des Idioplasmas erlauben. Die Konfiguration des idioplasmatischen Systems muß die Möglichkeit einer fast unbegrenzten Zunahme ohne gleichzeitige Strukturveränderung gestatten. Dies wird dann geschehen können, wenn das Idioplasma in parallelen Reihen von ziemlich festem Gefüge angeordnet ist. In diesem Fall kann eine neue Einlagerung von Micellen erfolgen, ohne daß deren Zusammenordnung dadurch eine Veränderung erfahren muß. Der Querschnitt des Gefüges bleibt sich gleich. So fällt also die spezifische Konstanz mit der Unveränderlichkeit des Querschnittes zusammen, da dieser uns das Bild der Zusammenordnung der Micellen gibt. Jede Veränderung dieses Querschnittes, mag sie nun durch Teilung der stark herangewachsenen Micellen veranlaßt werden oder mögen sich direkt neue Teilchen in die Reihen des Querschnitts einschalten, ruft als Strukturveränderung des idioplasmatischen Systems einer Änderung der Merkmale des Organismus.

Die reihenförmige, parallele Anordnung der Idioplasmamicellen gestattet, uns das Idioplasma als parallelverlaufende Stränge vorzustellen. Zwischen diesen, die überall im Körper gegenwärtig sind, besteht eine Kommunikation. Denn eine an irgend einer Stelle entstandene Veränderung des Idioplasmasystems muß, wenn sie vererbt werden soll, dem ganzen System auf irgend einem Wege mitgeteilt werden. Bei der geschlechtlichen Vermehrung muß die entstandene Veränderung durch das Idioplasma der Keimzelle vererbt werden, bei der ungeschlechtlichen bald durch eine oberirdische, bald durch eine unterirdische Achse, bald durch ein Blatt. Das gesamte Idioplasma kann man sich also als ein durch den ganzen Körper ausgespanntes zusammenhängendes Netz denken und Nägeli glaubt, daß der netzförmigen Struktur, welche das Plasma vieler Pflanzenzellen zeigt, ferner auch der netzförmigen Beschaffenheit der Kernsubstanz das Idioplasmanetz zu Grunde liege.

Die Entwickelung des Individuums führt Nägeli auf einen Erregungszustand des Idioplasmas zurück. Mit dem Beginn der ontogenetischen Entwickelung treten die das erste Entwickelungsstadium bewirkenden Micellenreihen des Idioplasmas in Thätigkeit. Sie befinden sich im Zustand des aktiven Wachstums und veranlassen dadurch ein passives Wachstum der übrigen Reihen. Beide Wachstumsintensitäten sind ungleich, die Folge also eine Spannung. Aktives Wachstum und Erregungszustand gehen infolge der Gleichgewichtsstörung in die nächsten Micellenreihen über, welche die als Reiz wirkende Spannung am stärksten empfinden, und dieser Wechsel wiederholt sich, bis alle Micellengruppen des Idioplasmas durchlaufen sind und der ursprüngliche Gleichgewichtszustand wieder eintritt, d. h. die ontogenetische Entwickelung mit dem Stadium der Keimzellenbildung wieder bei ihrem Ausgangspunkt angekommen, also das Idioplasma wieder zu seiner ursprünglichen Beschaffenheit zurückgekehrt ist.

Auf welche Ursache aber ist der Umstand zurückzuführen, daß von Generation zu Generation die die Entwickelung der Micellengruppen bedingenden Spannungsreize immer successive die analogen Gruppen erregen? Was bedingt die in der Ontogenie zu beobachtende gesetzmäßige Aufeinanderfolge?

Schon vor bald 2 Dezennien stellte Haeckel in der »Generellen Morphologie« die These auf: »Die Ontogenie oder die Entwickelung der organischen Individuen, als die Reihe der Formveränderung, welche jeder individuelle Organismus während der gesamten Zeit seiner individuellen Existenz durchläuft, ist unmittelbar bedingt durch die Phylogenie oder die Entwickelung des organischen Stammes, zu welchem derselbe gehört . . .« Dieses Grundgesetz acceptiert auch Nägeli zur Erklärung der gesetzmäßigen Folge in der Ontogenie, wenn er sagt: »Die Entfaltung der Anlagen geht in derjenigen Folge vor sich, in welcher sie entstanden sind.«

Wir haben endlich noch die Frage zu erörtern: Wie sollen wir uns die Mitteilung der an bestimmten Stellen im Organismus neu gewonnenen Eigenschaften denken? Es sind zwei Möglichkeiten: die Mitteilung geschieht entweder auf materiellem oder auf dynamischem

Wege. Im erstern Fall müßten wir annehmen, daß idioplasmatische Substanz, in welcher die neuen Eigenschaften enthalten sind, nach allen Körperteilen wandern und durch Vermischung mit dem vorhandenen Idioplasma bestimmte Umwandlungen desselben hervorrufen würde. Ungleich einfacher und wahrscheinlicher ist die Annahme einer dynamischen Mitteilung, zumal wir für sie ein physiologisches Analogon haben. »Wenn die organisierten Albuminate die mannigfaltigsten Wahrnehmungen fremder Dinge in den feinsten Abstufungen zum Zentralorgan des Nervensystems leiten, daselbst ein genau übereinstimmendes Bild erzeugen und infolge davon entsprechende Bewegungen veranlassen, so möchte die Annahme nicht ferne liegen, daß die zum Idioplasma organisierten Eiweißkörper ein Bild ihrer eigenen lokalen Veränderung nach anderen Stellen im Organismus führen und dort eine mit dem Bilde übereinstimmende Veränderung bewirken.« Durch eine solche fortwährende und allseitige Fühlung wird es verständlich, daß trotz der sehr ungleichen Ernährungseinflüsse etc., denen das Idioplasma an verschiedenen Stellen des Organismus ausgesetzt ist, sich dasselbe doch überall gleich entwickelt, gleich verändert. Denn die Thatsache, daß aus der Keimzelle, aus Knollen oder Zwiebeln, aus Blättern gleiche Individuen hervorgehen können, setzt die Identität des Idioplasmas durch den ganzen Körper voraus.

Die wichtigsten der gewonnenen Resultate lassen sich kurz dahin zusammenfassen:

1) Der Organismus vererbt die Gesamtheit seiner Eigenschaften als Idioplasma, auf dessen komplizierte Struktur die Mannigfaltigkeit derselben zurückzuführen ist.

2) Eine lokale Veränderung des netzartig durch den ganzen Körper ausgebreiteten Idioplasmas teilt sich auf dynamischem Wege dem ganzen idioplasmatischen System mit. Dadurch wird die Erhaltung der Veränderung in den kommenden Generationen gesichert.

3) Da bei der Befruchtung durch die Samen- und Eizelle gleiche Idioplasmamengen in die Keimzelle übertragen werden, kommen am kindlichen Organismus die Eigenschaften beider Eltern ungefähr in gleicher Weise zur Ausbildung.

4) Die Ontogenie beruht auf einer durch Spannungsverschiedenheiten entstehenden successiven Erregung der Micellengruppen des Idioplasmas. Die Entfaltung der Anlagen geschieht in der Reihenfolge, in welcher sie entstanden sind.

Dr. Robert Keller.

(Schluß folgt.)

Psychologie.

Ein Handbuch der vergleichenden Psychologie[1].

Die vergleichende Psychologie hat bisher eine untergeordnete Stellung unter den Wissenschaften eingenommen. Sie wird nicht als ebenbürtig angesehen. Und doch gebührt ihr von Rechts wegen der Platz unmittelbar neben der vergleichenden Anatomie. Denn während diese danach trachtet, den Bau der verschiedenen Tierarten in eine wissenschaftliche Verbindung zu bringen, hat jene die Aufgabe, die geistigen Erscheinungen in der Stufenreihe der Lebewesen in ihrem Verhältnis zu einander festzustellen. Beide spüren dem nämlichen Gesetz, dem Gesetz der Entwickelung nach.

Die vergleichende Anatomie hatte das Glück, von vornherein in befugte Hände zu kommen; die vergleichende Psychologie fiel dagegen vornehmlich unbefugten Dilettanten anheim. Die methodischen Beobachtungen, welche ihr von seiten einzelner hervorragender Naturforscher zu teil wurden, sind so sehr von unwissenschaftlichen Pfuschereien überwuchert, daß es schwer hält, sie aus dem Mißkredit, in den sie geraten ist, zu befreien und sie zu Ansehn und Ehre zu bringen.

Es ist daher ungemein erfreulich, daß sich ein namhafter Gelehrter entschloß, ihr diesen Ritterdienst zu erweisen. G. J. Romanes hat in seinem Werke über »Mental Evolution«, das in trefflicher Übersetzung vor uns liegt, die Ergebnisse langjähriger, rastloser Untersuchungen aufgespeichert. Seine Arbeit trägt auf jeder Seite den Stempel wissenschaftlichen Ernstes. Die Schwierigkeiten, die sich seinem Streben, eine Genesis des Geistes zu liefern, entgegenstellen, unterschätzt er nicht. Das einzige Mittel zur Auffindung der Anzeichen von dem Vorhandensein geistigen Lebens im Tierreich ist selbst im günstigsten Falle ein indirektes. Zur Erkenntnis des Geisteslebens gelangt der Forscher nur auf dem Wege der Schlußfolgerungen. Von den Handlungen der Tiere schließt er auf ihr inneres Sein. Bei einer Fülle vollständig beglaubigten Untersuchungsmaterials und gewissenhafter Prüfung aller Umstände kommt er dabei auf einen ziemlich festen Boden. Sobald er aber von vereinzelten Handlungen ganzer Spezies oder gar einzelner Individuen auf ein Geistesleben folgert, läuft er Gefahr zu straucheln. Dieser Gefahr ist der Verfasser nicht immer, aber meistens glücklich entgangen. —

In der felsenfesten Überzeugung, daß die Lehre von der geistigen Entwickelung, soweit sie das Tierreich betrifft, als ein Seitenstück zu der Lehre von der organischen Entwickelung des Körpers zu betrachten ist und demnach — aus einfachen Anfängen entstehend — zu zusammengesetzten Gestaltungen fortschreitet, nimmt unser Buch an, daß die Uranfänge des Geisteslebens sich wegen ihrer Geringwertigkeit und Schwäche der menschlichen Beobachtung entziehen. Die Geistesthätig-

[1] „Die geistige Entwickelung im Tierreich," von G. John Romanes. Nebst einer nachgelassenen Arbeit „Über den Instinkt" von Charles Darwin. Autorisierte deutsche Ausgabe. Leipzig. Ernst Günther's Verlag. 1885. VI, 456 S. 8⁰.

keit, die sich uns kund gibt, bildet somit nicht das erste Glied der gesamten Kette.

Jeder lebende Organismus, welcher durch seine Handlungsweise den Besitz der Fähigkeit, durch individuelle Erfahrung etwas zu lernen, dokumentiert, hat geistiges Leben. Ohne ein solches könnte er keine bewußte Wahl zwischen zwei Alternativen treffen. Er vermöchte niemals Umständen die Stirn zu bieten, die in der Geschichte seiner Rasse nicht so häufig oder unabänderlich vorkommen, als daß für sie durch ererbte Nervenstruktur im Individuum speziell und vorher hätte gesorgt werden können.

Naturgemäß aber tritt, da in der historischen Aufeinanderfolge die Grundelemente der Physiologie eher da waren als die der Psychologie, noch weit früher als das bewußte Wahlvermögen das Zeichen des Geisteslebens, das »unbewußte Wahlvermögen« auf. Dieses »Urprinzip des Geistes« bezeichnet der Verfasser als »auswählende Unterscheidungskraft«. Während jenes nur solchen Lebewesen eignet, die ein Nervengewebe besitzen, findet sich dieses bei allen Mitgliedern der organischen Welt.

Am deutlichsten ist uns dieses »auswählende Unterscheidungsvermögen« durch Darwin's Untersuchungen über kletternde und insektenfressende Pflanzen zur Anschauung gekommen. Geben sie uns doch einen Beweis von der hohen Ausbildung, welche die physiologische Seite der Wahl erlangen kann. So beantworten z. B. die Tentakeln der *Drosera*, welche sich rings um ihre Beute schließen, nicht die starke Reizung von Regentropfen, die auf ihre empfindliche Oberfläche oder ihre Drüsen fallen. Dagegen reagieren sie auf den leichtesten, kaum erkennbaren, aber andauernden Reiz von seiten des kleinsten Teilchens eines festen Stoffes.

Noch merkwürdiger aber ist es, daß wir selbst bei Organismen, die nur aus Protoplasma bestehen, die unverkennbaren Spuren dieses Unterscheidungsvermögens erkennen. Romanes führt hierzu als höchst interessantes Beispiel einen Bericht von Dr. Carpenter an, derselbe lautet: »Bei meinen neuerlichen Tiefsee-Untersuchungen hat kaum ein anderer Gegenstand so ausschließlich mein Interesse in Anspruch genommen als folgender: Gewisse winzige Teilchen lebender Gallerte, die keinerlei sichtbare Organentwickelung zeigen, bauen sich Behausungen von ganz regelmäßig symmetrischer Form und der künstlichsten Konstruktion. — Aus demselben sandigen Boden liest die eine Art die gröberen Quarzkörner auf, bindet dieselben mit Eisenphosphat, das sie ihrer eigenen Substanz entnehmen muß, und bildet daraus eine Flasche mit kurzem Halse und einer einzigen großen Öffnung. Eine andere nimmt nur die kleineren Körnchen auf und verarbeitet sie mittels des nämlichen Bindemittels zu kugelförmigen, in regelmäßigen Zwischenräumen von zahlreichen kleinen Röhren durchbohrten Schalen. Wieder eine andere Art wählt sich die allerkleinsten Sandkörnchen und die äußersten Spitzen der Stachelkorallen und bildet anscheinend ohne jedwedes Bindemittel, nur durch Schichtung der Spitzchen, regelmäßige Kügelchen, deren jedes nur eine Spaltenöffnung aufweist (Contemporary Review, April 1873).«

Das Vermögen, zwischen verschiedenen Reizen zu unterscheiden, und die Fähigkeit, Bewegungen zu machen, welche den Resultaten jenes

Unterscheidungsvermögens angepaßt sind, finden wir also schon bei protoplasmatischen und einzelligen Organismen im Keime vorgebildet. Von ihnen aufwärts sind alle Organismen im Besitz der nötigen Strukturen zu einer stets nebeneinander fortschreitenden Entwickelung jener beiden notwendig zusammengehörigen Fähigkeiten. Wenn ihre Ausbildung bis zu einem gewissen Grad gediehen ist, treten sie nach und nach in Verbindung mit der Empfindung, nach deren vollständigem Zustandekommen die Bezeichnungen Wahl und Zweck bezw. für sie geeignet erscheinen. Im weiteren Verlauf ihrer Entwickelung werden sie dann bewußt, nachdenkend und schließlich vernünftig, behalten aber dennoch von ihren Uranfängen bis zu ihrer höchsten Stufe trotz der verschiedenen, charakterisierenden Benennungen unabänderlich den Typus eines sich allmählich immer feiner ausbildenden Unterscheidungsvermögens.

Um uns nun nach dieser Vorbereitung seines Arbeitsbodens den aufwärtsstrebenden Bau des Geisteslebens sinnlich zur Anschauung zu bringen, hat der Verfasser ein etwas befremdendes, aber vielleicht praktisches Mittel gewählt. Er vergegenwärtigt uns die wahrscheinliche Entwickelung des Geistes von dessen erstem Aufkeimen im Protoplasma bis zu seiner höchsten Vollendung im menschlichen Gehirn durch einen Baum. Der Stamm desselben, welcher emporsteigend Neurilität, Reflexthätigkeit und Wille repräsentiert, hat zwei Wurzeln, die unbewußte Kraft der Unterscheidung von Reizen und die unbewußte Kraft, diese Reize durch eine Weiterleitung molekularer Erschütterungen fortzupflanzen. Diese Wurzeln ruhen in dem Grundprinzip der Reizbarkeit, der charakteristischen Eigentümlichkeit lebender Materie. Um jede der beiden verschiedenen Richtungen des Geistes, die des Gemütes und die des Intellektes, die in Wirklichkeit mit und nebeneinander aus diesen Wurzeln und diesem Stamme entstehen und wachsen, des leichteren Verständnisses wegen auseinander zu halten, läßt der Verfasser sie durch zwei Äste vertreten, von denen der eine rechts, der andere links aus dem Schafte emporsprießt. Er setzt dabei, und gewiß mit Recht, die Anfänge der Gemütsbewegungen auf eine spätere Stufe als die des Intellektes.

Der Zweig der intellektuellen Fähigkeiten beginnt mit der Empfindung. Im Bunde mit dieser entfalten sich die ersten Anklänge des Bewußtseins. Lust und Schmerz keimen auf; die Gedächtnisthätigkeit regt sich. Das neugeborne Kind schreit. Es hat Empfindung, aber das ist auch alles. Der Geburtsakt schiebt den Menschen gerade auf die Schwelle des Bewußtseins. Er öffnet ihm das Thor, damit er aus dem Dunkel eines unbewußten, vegetativen Daseins allmählich in lichtere Räume gelange. Die Wandelungen, welches jedes menschliche Individuum in seiner Entwickelung durchzumachen hat, ehe es aus der Nacht des Unbewußten in den vollen Tag des Bewußtseins tritt, diese Veränderungen finden wir auch in dem Gebiete des Tierreiches. Die einzelnen Arten, von den unvollkommenen zu den vollkommneren sich heranbildend, repräsentieren die verschiedenen Phasen der Kindheit des Menschengeschlechtes. Die intellektuelle Entwickelung der Tierarten von den Empfindung verratenden Cölenteraten und Echinodermen bis hinauf zu den anthropomorphen Affen und den unter menschlicher Züchtung be-

sonders ausgebildeten Hunden hält nach der Ansicht des Verfassers gleichen Schritt mit der eines neugebornen Kindes und endet mit dem Abschluß des 15. Monats. Was Lubbock von den Naturvölkern sagt: »Dem Körper und ihren Leidenschaften zufolge sind sie erwachsene Menschen; dem Geiste nach sind sie Kinder« — der Satz läßt sich, wenn man das Wort »Menschen« durch Lebewesen ersetzt, mit dem nämlichen Rechte auf die Tierwelt, ja selbst auf die klügsten ihrer Vertreter anwenden.

Die Empfindung bezeichnet der Verfasser als die Grundlage der intellektuellen Fähigkeiten. Sobald sich ein geistiges Element zu ihr gesellt, entsteht die Wahrnehmung. Mit dem Augenblick dieser Verbindung ist die Vorgeschichte der Geistesentwickelung beendet und die Reihe der Organismen abgeschlossen, deren Bewegungen sich auf unbewußte Reflexhandlungen beschränken.

Die erste Phase geistigen Lebens beginnt. Nicht alle, aber manche der bisher unbewußt ausgeübten Reflexhandlungen nehmen ein geistiges Element in sich auf; sie entwickeln sich zu »Instinkthandlungen«. Das Nervengewebe bildet fortan die physische Basis für zwei Arten von Thätigkeiten, einer nichtgeistigen und einer mit mehr oder minder geringwertig geistigem Zusatz.

Die Erklärungsversuche des Wortes Instinkt haben bekanntlich zu vielen und heftigen Streitigkeiten Anlaß gegeben. Wohl wird die Fehde von seiten derer, welche die Verwandtschaft zwischen Mensch und Tier aus religiösen Gründen verwerfen, nicht mehr mit der nämlichen Erbitterung geführt wie vordem; doch ist sie noch nicht als ganz erloschen zu betrachten. Die Definition des Verfassers ist klar und einleuchtend. Der Instinkt ist ein Gemeingut der Spezies, nicht ein Sondergut des Individuums; von Generation zu Generation sich vererbend, sich unter dem Einfluß äußerer Verhältnisse zweckentsprechend umgestaltend, befähigt er seinen Besitzer zu einer Reihe von Handlungen, die dieser nicht aus eigener Erfahrung lernte und die dennoch bekunden, daß ein Funke geistigen Lebens in ihm wach ist. Mensch wie Tier würden bereits in den ersten Tagen ihres Daseins elend zu Grunde gehen, besäßen sie nicht schon bei ihrem Eintritt in die Welt ein ihnen angeerbtes großes Kapital an Instinkt. Dasselbe schützt sie nicht in allen Fällen vor dem Untergang; aber es hilft ihnen, sich die ihnen darbietenden Vorteile zu nutze zu machen und sich einer Reihe von schädlichen Einflüssen zu entziehen. Die Abschnitte, welche Romanes dem unvollkommenen und vollkommenen Instinkte, dem Ursprung und der Entwickelung des Instinktes, dem gemischten Ursprung und der Biegsamkeit des Instinktes, dem Wandertrieb, dem Instinkt der geschlechtslosen Insekten u. s. w. widmet, sind hochinteressant. Im Verein mit einem zu Ende des Werkes gedruckten Essay von Darwin über das nämliche Thema [1] sind sie in hohem Grade geeignet, die über den Gegenstand verbreiteten dunkeln Vorstellungen zu klären.

---

[1] Der letztere erschien in deutscher Übersetzung bereits im Kosmos 1884, II. Bd. S. 1—17, 81—93.

Den mutmaßlichen Ursprung des Instinktes — wenigstens in der Fassung, in welcher er uns in der ersten Dämmerung des geistigen Lebens entgegentritt — schreibt der Verfasser dem Prinzip der natürlichen Zuchtwahl und dem Überleben des Passendsten zu. Er beruft sich dabei auf die Beobachtung, daß die Tiere Handlungen nützlicher Art, die sie ohne jede Beimischung von Intelligenz zum erstenmal zufällig ausführten, beizubehalten und auf ihre Nachkommen zu vererben pflegen. Als Beispiel führt er den Brutinstinkt an. Er schreibt: »Es ist ganz unmöglich, daß jemals ein Tier seine Eier warm hielt in der bewußten Absicht, deren Inhalt auszubrüten. Es ist daher zu vermuten, daß der Brutinstinkt damit begann, daß warmblütige Thiere ihren Eiern jenen Grad von Aufmerksamkeit zuwandten, dem wir noch oft bei kaltblütigen Tieren begegnen; so z. B. tragen Krebse und Spinnen oft ihre Eier zu Schutzzwecken mit sich herum. Als die Tiere nach und nach warmblütig wurden und einige Arten aus diesem oder jenem Grunde eine ähnliche Gewohnheit annahmen, wird die Übertragung der Wärme zu dem Umherschleppen der Eier hinzugekommen sein; da aber diese Wärmeübertragung den Brütprozeß beschleunigte, so müssen jene Individuen, welche am beständigsten über ihren Eiern saßen oder brüteten, ceteris paribus am erfolgreichsten in der Aufzucht ihrer Nachkommenschaft gewesen sein. Auf diese Weise wird sich der Brutinstinkt entwickelt haben, ohne daß sich jemals die Intelligenz bei dieser Sache beteiligt hat.«

Dieser Art von Instinkt gibt der Verfasser das Attribut »primär«. Den primären Instinkt glaubt er bei Insekten und Ringelwürmern zu erkennen. Bei den Mollusken bemerkt er bereits das Auftauchen des Wahrnehmungsvermögens und mit demselben den Eintritt der Intelligenz. Die hierfür angeführten Beispiele scheinen uns jedoch schlecht gewählt. Die Thatsache, daß die Austern in den Austernschulen durch behutsame Gewöhnung an den Aufenthalt in der Luft die Fähigkeit sich aneignen, ihre Schalen außer dem Wasser länger geschlossen zu halten, als sie es von Natur thun, berechtigt uns nicht, die Auster für ein Lebewesen zu halten, das durch individuelle Erfahrung etwas lernen kann. Ist es nicht möglich, daß die allmähliche Einwirkung der Luft die Schließmuskeln der Schale zu kräftigerer Arbeit befähigt? Die Mitteilung von Lonsdale's intelligenter Schnecke (Seite 128) ist als völlig vereinzelte Beobachtung nicht von dem mindesten Belang. Der Verfasser hätte dieselbe, obwohl er sie durch Darwin's Vermittelung erhielt, nicht aufnehmen dürfen.

Auf die nächste Stufe setzt der Verfasser die Insekten mit Einschluß der Spinnen und mit Ausnahme der Ameisen und Bienen. Die Mitglieder dieser Klassen unterscheiden sich von den tieferstehenden Lebewesen durch die Fähigkeit der Erkennung ihrer Nachkommen. In ihren instinktiven Handlungen zeigt sich bereits ein Zusatz von Intelligenz, der uns berechtigt, sie als mit sekundärem Instinkt begabte Organismen zu betrachten.

Mit der stetig wachsenden Wahrnehmungskraft entstehen der Reihe nach die Anfangsstadien der Assoziation durch Ähnlichkeit (Fische und Batrachier), der Vernunft (höhere Krustaceen), der Erkennung von Per-

sonen (Reptile und Cephalopoden). Das Geistesleben der letzteren vergleicht unser Buch mit dem eines viermonatlichen Kindes.

Bis zu diesem Punkte scheint sich dem Versuch einer systematischen Klassifikation kein erhebliches Hindernis in den Weg zu stellen. Bei den Hymenopteren jedoch, deren psychologische Entwickelung ROMANES zu unserem größten Befremden auf das niedrige Niveau eines fünfmonatlichen Kindes stellt, gerät der klassifizierende Forscher in eine bedenkliche Situation. Die auf diesem Gebiete von HERMANN MÜLLER, LUBBOCK, BATES, BELT u. s. w. gemachten Entdeckungen über das staatliche Leben dieser Tiere haben uns eine Welt im kleinen eröffnet, deren überraschend eigenartiges Geistesleben DARWIN zu der naturgemäßen Äußerung veranlaßte, das Gehirn eines solchen Insektes müsse als das größte aller Schöpfungswunder betrachtet werden. Die vergleichende Psychologie ist zur Zeit völlig außer stande, die Stelle der Stufenleiter anzugeben, welche den Hymenopteren gebührt. Hätte der Verfasser nicht vielleicht besser gethan, ihnen vorderhand keinen bestimmten Platz anzuweisen?

Die systematische Ordnung der vier letzten Stufen des Tierreichs bietet minder große Schwierigkeiten. Die vorliegende Entwickelungstheorie lehrt, daß sich der sich unablässig steigernden Wahrnehmung die Fähigkeit zugesellt, anfangs mit, später ohne einen unmittelbaren Anstoß von außen Ideen zu bilden. Er nennt dies Vermögen »Einbildungskraft«. — Die Vögel, auf der Stufe eines achtmonatlichen Kindes stehend, können bildliche Darstellungen erkennen, Worte verstehen, träumen, sich nach fernen oder toten Gefährten sehnen und Heimweh empfinden. Bei den Raubtieren, Nagern und Wiederkäuern (10 Monate altes Kind) beginnt das Verständnis für einfache Mechanismen. Ratten, Füchse, Katzen und der Vielfraß bekunden dieses Verständnis durch mancherlei Fertigkeiten. »Eine Katze, heißt es in unserem Buche, die nach dem Thürschloß springt, den gebogenen Handgriff mit einer Vorderpfote niederhält, den Riegel mit der anderen zurückdrückt und die Thüre mit den Hinterpfoten öffnet, zeugt offenbar für eine intelligente Würdigung der Thatsachen, daß der Riegel die Thür verschließt, daß ein Zurückdrücken des Riegels die Thür befreit und daß ein Stoß gegen die Thür diese öffnet.« — Affen und Elefanten benutzen Werkzeuge. Sie bilden die vorletzte Sprosse auf der Stufenleiter des tierischen Geisteslebens. Anthropoiden und Hunde erlangen im Tierreich das höchste Stadium der Entwickelung psychischer Fähigkeiten. Ihnen schreibt der Verfasser »unbestimmte Moralität« zu. Er schließt sein Buch mit den Worten: »Die Bedeutung dieses Ausdrucks werde ich in einem nächsten Werke erklären, wo ich es mit der Genesis des moralischen Sinnes zu thun haben werde. Ich möchte aber diese Diskussion nicht teilen; deshalb ziehe ich es vor, die Betrachtung dieser frühesten Phase der Entwickelung des Bewußtseins bis dorthin zu verschieben. Aus demselben Grunde verschiebe ich auch meine Untersuchung der niederen Stufen der Abstraktion und des Willens, welche beide durch die eben erreichte Stufe gekreuzt werden, mit der unsere Untersuchung der geistigen Entwickelung bei Tieren ihr Ende erreicht.«

Mit lebhaftem Dank gegen den Verfasser legen wir das Buch aus

der Hand. Es ist höchst erfreulich, daß es nicht nur in englischer, sondern auch in deutscher Sprache erschien und somit einem weiten Leserkreise zugänglich ist. Durch das gewissenhafte Streben, die vergleichende Psychologie den Angriffen unglaubwürdiger Anekdotenjäger zu entziehen, wird es ohne alle Frage einen segensreichen Einfluß ausüben und der sachverständigen Forschung die Thore öffnen.

Litteratur und Kritik.

Finnland. Schilderungen aus seiner Natur, seiner alten Kultur und seinem heutigen Volksleben. Von Gustaf Retzius, Prof. in Stockholm. Autoris. Übersetzung von Dr. C. Appel. Mit 93 Holzschn. und einer Karte von Finnland. Berlin, G. Reimer, 1885. (VIII, 158 S. 8⁰.)

Dieses Buch stützt sich, wie die Vorrede des Übersetzers mitteilt, auf eine Reise, welche der rühmlichst bekannte Verf. zusammen mit Prof. Chr. Lovén und Dr. E. Nordenson 1873 nach Finnland unternahm und deren streng wissenschaftliche, insbesondere anthropologische Resultate in einem großen 1878 erschienenen schwedischen Prachtwerke niedergelegt wurden. Was die Reisenden außerdem über die Lebensverhältnisse dieses interessanten und doch — selbst seit der Auffindung seines herrlichen Epos, der Kalévala — noch so wenig gekannten Volkes erkundet haben, ist auf diesen Blättern berichtet. Freilich nicht im unterhaltenden Touristenstil: es ist eben ein sorgfältig beobachtender, kritisch prüfender Gelehrter, der hier mit Liebe, aber zugleich mit Vorsicht und Unbefangenheit an ein fremdes Volkstum herantritt, der nichts auf bloßes Hörensagen hin annimmt, dem es namentlich auch darum zu thun ist, die selbst in jenem Lande bereits mächtig überwuchernden modernen Zuthaten in Sitte, Lebensweise, Bauart der Häuser u. s. w. zu scheiden von dem alten ureigenen Kern des Volkslebens, der fast durchweg ausschließlich im Vordergrund der Betrachtung steht. So schildert denn das erste Kapitel »die alte Kultur Finnlands« auf Grund der Altertümer, der Sprache und besonders ihrer Kulturwörter, der finnischen Sagen und Lieder, unter denen namentlich die schon erwähnte Kalévala bedeutsam ist, welche den Zustand des Volkes etwa zwischen dem 4. und 10. Jahrhundert unserer Zeitrechnung wiederspiegelt, als dasselbe noch an den Ufern des Ladogasees saß und kaum erst mit den skandinavischen Nachbarn in Berührung gekommen war. — Obwohl sodann das den Hauptteil des Buches ausmachende 2. Kapitel überschrieben ist: »Die finnische Kultur der neueren Zeit«, so ist doch der Verf. auch hier wesentlich darauf bedacht, getreu und nüchtern darzulegen, wie das Volk vor jedem Eindringen westeuropäischer Einflüsse gelebt und gewohnt, wie es sich durch eigene Arbeit gekleidet und genährt hat. Es wird also nicht etwa über die Landes-

und Gemeinde-Verfassung und -Verwaltung, über Kirchen, Schulen u. dgl. berichtet, ebensowenig wie sich die schöne Einleitung (»Der landschaftliche Charakter Finnlands«) etwa beim Imatrafall und ähnlichen Sehenswürdigkeiten aufhält. Dagegen lernen wir von Spuren echt altfinnischer Kultur zunächst die Kota genau kennen, jenes primitive, der samojedischen Jurte ähnliche Bauwerk, das heute nur noch auf wenigen Gehöften abseits vom Wohnhause angetroffen und als Waschküche oder dgl. benutzt wird, indem aber Verf. mit Ahlqvist, dem ausgezeichneten nordischen Sprachforscher, die uralte, wohl allen finnischen Völkerstämmen ursprünglich gemeinsame Form der Wohnstätte erkennt. — Dann werden uns die mannigfaltigen, vom Volke selbst gefertigten Geräte, Kleidungsstücke etc. aus Birkenrinde vorgeführt, die Methoden und Hilfsmittel des einfachen und mühseligen Ackerbaus, der Jagd und des Fischfangs geschildert, ganz besonders ausführlich aber Bau und Einrichtung der sogenannten Pörte, des eigentlichen finnischen Wohnhauses oder besser Wohnraumes, das aber auch schon fast verschwunden oder vielfach modernisiert ist, so daß der Verf. bis ins nördliche Tavastland vordringen mußte, um ein solches in alter unverfälschter Gestalt zu finden. Am wunderlichsten mutet uns die Beschreibung des Badehauses an, jener kleinen finstern rußgeschwärzten Hütte, welche auf keinem noch so ärmlichen Gehöfte fehlt und in welcher der Bauer samt Familie, Gesinde und »Inhysingern« (den fast überall zu treffenden Einliegern) dem höchsten Genuß seines Lebens sich hingibt, dem nämlich, in einer bis 70 und 75^0 C. erhitzten, von Dampf und Rauch zum Ersticken angefüllten Luft, natürlich ohne jedes Kleidungsstück, zu sitzen und zu schwitzen, sich mit Birkenreisern zu peitschen und von Zeit zu Zeit mit kaltem Wasser zu übergießen. In der That, wir glauben dem Verf. gern, daß »der Anblick, den das Innere eines solchen Badehauses bietet, wenn es mit Badenden, vom neugebornen Kinde in den Armen der Mutter (auch die Niederkunft wartet diese stets hier ab) bis zum achtzigjährigen Greis gefüllt ist, höchst eigentümlich« wirken muß. Nach Acerbi, welcher Finnland 1799 bereiste, wird citiert, daß die Finnen »im Winter oft, nackt wie sie sind, aus dem Badehause hinausgehen und sich bei einer Kälte von 20 und oft sogar von 30^0 und mehr im Schnee wälzen« oder um einem zufällig durchs Dorf fahrenden Reisenden zu helfen, ebenfalls »völlig nackt aus dem Bade kommen, ab- und anspannen, Futter holen u. s. w., während der Reisende in seinem dicken Wolfspelz vor Kälte zittert und fast erfrieren möchte«. Es ist schade, daß keine sichere Bestätigung dieser auch in physiologischer Hinsicht merkwürdigen Angabe vorliegt.

Nachdem wir im folgenden noch andere Gebäulichkeiten, dann Fuhrwerk und Kleidung, endlich die Nahrung und die Genußmittel des Finnen kennen gelernt — jene besteht nur zu oft monatelang bloß aus dicker Grütze von Roggenmehl und essigsaurer Milch, ja sogar aus Brot von Kieferborke; diese beschränken sich fast stets auf Zichorienkaffee und selbstgebauten Tabak — teilt uns Verf. auch einige Proben aus den seelenvollen Runengesängen mit, welche zum Teil ein wunderbar feines Empfinden bei diesen, in Einöde, Not und harter Arbeit dahinlebenden Leuten verraten, und beschreibt er das zur Begleitung dieser

Gesänge dienende Musikinstrument, die Kantele, eine Art einfacher Zither, welche leider auch fast nirgends mehr in Gebrauch zu finden war. Wir können uns nicht versagen, die hübsche Schilderung, wie die Reisenden endlich auch hierin ihr Ziel erreichten, hier folgen zu lassen (S. 131).

„. . . . Nachdem wir die echte Kantele . . . . vergeblich in den Kirchspielen Eno und Ilomants [im östlichsten Teil des Landes Karelien, nördlich vom Ladogasee] gesucht hatten und vom Landvolke unterrichtet worden waren, daß man wohl von dem Instrument habe sprechen hören, es auch wohl gesehen habe, ja daß sogar vor einigen Jahren ein alter blinder Mann in Ilomants gewohnt, der mit Kantelespielen sein Leben fristete, gelang es uns schließlich doch mit der Hilfe liebenswürdiger Freunde, einen Kantelespieler echten Schlages, fast wie aus dem Verborgenen hervorzuzaubern. Vom Amtmann VEISELL eingeladen, einem Ting (Gerichtstag) in Ilomants beizuwohnen, wo wir Gelegenheit haben würden, mit einer größeren Anzahl karelischer Bauern zusammenzutreffen, erhielten wir endlich die Nachricht, daß einige Meilen von da ein Bauer, ein Nämdemann (Mitglied der Bauernjury) wohne, der eine Kantele besitze. In unserer Freude sandten wir sogleich Fuhrwerk zu ihm und ließen fragen, ob er nicht unsern Wunsch erfüllen und sich mit seiner Kantele beim Ting einfinden wolle. Während wir dann eifrigst mit dem Photographieren und Messen karelischer Bauern beschäftigt waren, wurden wir davon überrascht, daß unter dem lauten Gelächter des umstehenden Landvolkes plötzlich ein Fuhrwerk zu uns heranrollte, und daraus stieg eine ehrfurchtgebietende Gestalt, ein alter Mann mit ernstem Antlitz und mit langem schneeweißem Bart; gekleidet war er in einen bis zu den Füßen hinabreichenden grauen Rock. Er schreitet uns entgegen, sein schwarzes Saiteninstrument, die Kantele, auf den Armen tragend. Wir wurden von dieser Erscheinung unwiderstehlich ergriffen. Es war, wie wenn ein Geisterbild, ein Schatten vor unsere Augen trete, wie wenn Väinämöinen selbst [der Hauptheld der Kalévala] vor uns stände. Langsam und feierlich schreitet er vor, unbekümmert um den Lärm des umstehenden Haufens, der offenbar diese Reliquie vergangener Zeiten nicht mehr zu fassen vermochte; kein Zucken in des Alten Antlitz, kein Blick zur Seite. Er tritt in das naheliegende Haus, stimmt die Saiten seiner Kantele, und beginnt mit den Fingern ihr leise Töne zu entlocken. Wir baten ihn, die Runen seiner Heimat zu spielen. „Man will sonst," sagte der Greis „jetzt nichts anders mehr hören als Tanzmusik; doch gerne will ich die alten Lieder mir ins Gedächtnis zurückrufen." Und so spielte er uns eine Rune nach der andern. Es war eine milde, seelenvolle, wehmütige Musik; es war uns, als käme sie von irgend einer unbestimmten Ferne, ein stiller Klang der Luft, ein Hauch aus dem Weltraum. Wir saßen da wie Kinder und lauschten mit Andacht auf des Alten Saitenspiel wie auf eine göttliche Offenbarung. Er sah das Entzücken in unseren Augen; er sah daß er uns Freude bereitet hatte, und schnell war er unser Freund. Er erfüllte bereitwillig unsern Wunsch, sich photographieren zu lassen. Im nahen Walde setzte er sich unter eine Birke und spielte seine geliebte Kantele. In dieser schönen Stellung wurde sein Bild von der Photographie festgehalten. . . . . Nachdem der Greis uns noch einige Runen vorgespielt hatte, ließ er uns seine Kantele zur Erinnerung, dann nahm er Abschied und verschwand leise und lautlos."

Diesem anziehenden Stimmungsbilde, das zugleich für die Vortrefflichkeit der deutschen Übersetzung Zeugnis ablegen mag, folgen noch einige Bemerkungen über Tänze, Feste, Brautwerbung und Bestattung bei den Finnen, worauf in dem kurzen 3. Kapitel »die Rassenmerkmale des finnischen Volkes« besprochen werden. Verf. glaubt vorläufig zwei Grundtypen, den tavastländischen und den karelischen, unterscheiden zu können, welche beide in physischer wie psychischer Beziehung genau charakterisiert werden. Daß er dabei auf die Feststellung der Brachykephalie immerhin einiges Gewicht legt, wird man dem hochverdienten Urheber dieser Bezeichnungsweise nicht verargen.

Besondere Erwähnung verdienen sowohl die typographische als vor

allem die bildliche Ausstattung des Buches. Die Holzschnitte sind fast sämtliche nach vom Verf. selbst gesammelten Objekten oder von ihm aufgenommenen photographischen Bildern angefertigt und durchweg aufs sorgsamste ausgeführt; stets haben sie unmittelbaren Bezug auf die Schilderungen des Textes und nirgends fehlt auch die genaue Angabe der Herkunft des Gegenstandes, beziehungsweise des Bildes. So begleitet den Leser fortwährend das angenehme Bewußtsein, an der Hand eines vollkommen sachkundigen und absolut zuverlässigen Führers dahinwandern zu können, und mit dankbarer Freude gewahrt er am Ende des Weges, wie tiefe und mannigfaltige Eindrücke und zugleich wie gründliches Wissen ihm dieser Führer in wenigen schlichten Worten erschlossen hat. B. V.

M. W. Beijerinck: Gynodiöcie bei *Daucus Carota* L. (Nederlandsch Kruidkundig Archief. Nijmegen. Tweede Serie. 4. Deel. 3 Stuk. p. 345—354.) Mit einer Tafel.

Bei Wageningen unterschied der Verf. deutlich zwei Gruppen dieser Pflanze, welche nicht durch Übergänge verbunden sind. Die eine derselben ist ausgezeichnet durch die schneeweiße Farbe der Blütendolde, nur das zentrale Döldchen oder auch nur die zentrale Blüte des letzteren können dunkelbraunrot gefärbt sein, während die andere durch eine grünlich rote Farbe der Infloreszenz charakterisiert ist; diese haben das Aussehen von vollständig abgeblühten Stöcken, obwohl sie in voller Blüte stehen, sie werfen nicht, wie die weißblühenden Pflanzen, die Kronenblätter ab, ja es läßt sich sogar nach vollendeter Befruchtung noch eine beträchtliche Größenzunahme in der Blütenkrone wahrnehmen; auch fallen die Staubfäden nicht ab, sondern vertrocknen oder bleiben im petaloidischen Zustande auf der Frucht sitzen.

Die erste Gruppe besteht aus hermaphroditischen, die zweite aus physiologisch weiblichen Stöcken. *Daucus Carota* L. ist also eine gynodiöcische Pflanze.

Die weißblühenden Zwitterpflanzen tragen meist drei Blütenarten:

1) am Rande ganz weibliche Blüten mit großen äußeren und kleinen inneren Kronenblättern. Staubfäden sind selten, fallen bald ab und sind selten gänzlich unfruchtbar;

2) mehr nach innen kleinere, vollständig männliche Blüten mit verkümmertem Fruchtknoten;

3) im Zentrum eine kräftig ausgebildete zwitterige Endblüte, welche beinahe vollständig actinomorph ist. Bisweilen ist diese Zentralblüte weiblich und ohne Staubfäden.

Die zentralen roten Blüten stehen entweder vereinzelt oder zu mehreren. Im ersteren Falle ersetzt die rote Blüte oft das ganze zentrale Döldchen und trägt an ihrem Stiele zwei- oder mehrblätterige Hüllchen. In den mehrblütigen zentralen Döldchen finden sich dieselben Blütenformen wie in den weißen Döldchen. Die Staubfäden der roten Blüten sind niemals kräftig, die Fruchtknoten und Griffel wohl ausgebildet;

ihre Früchte unterscheiden sich von denen der weißen Blüten durch die dunklere Farbe des Nektariums, sie sind klein und enthalten 1 oder 2 keimfähige Samen.

An den weiblichen Stöcken fand Verf. nur zwei Blütenarten, morphologisch zwitterige Randblüten mit wohl ausgebildetem Fruchtknoten und 5 Staubfäden und morphologisch rein männliche Innenblüten; die Kronenblätter der ersteren sind rötlich grün mit kräftigen Mittelnerven und dauern lange aus, die Staubfäden sind groß, stark, und neigen zur petaloiden Umwandlung. Der Blütenstaub ist anscheinend vollständig normal; an jedem Korne sind 2 Keimsporen, in manchen befinden sich Öltröpfchen.

Die Staubbeutel der männlichen Blüten der weiblichen Stöcke springen nicht auf, diese Blüten sind also nur Lockmittel für Insekten, und Befruchtung kann nur durch Fremdbestäubung erfolgen. Die Früchte sind kräftig ausgebildet und zahlreich vorhanden.

Unter den kultivierten Möhren fand Verf. niemals weibliche Stöcke.

Die Gynodiöcie der Möhren ist nach Beijerinck eine schädliche Eigenschaft, hervorgerufen durch Nahrungsverhältnisse.

Da die weiblichen Pflanzen durch Zwitter befruchtet werden, kann es nicht befremden, daß aus ihren Samen die letzteren hervorkommen können; merkwürdiger ist es, daß die Mutterform aus den Samen selbst reproduziert wird, es überwindet also die Kraft der Erblichkeit den Einfluß des Zwitterpollens.

Während F. Ludwig und Darwin mit dem Verf. die Gynodiöcie auf ungünstige Lebensverhältnisse zurückführen, behauptet C. Düsing: Nahrungsüberfluß begünstigt die Ausbildung des weiblichen Geschlechtes, Mangel dagegen die des männlichen Geschlechtes. So produzieren nach H. Müller die schwächeren Pflanzen von *Astrantia minor* fast ausschließlich männliche Blüten, und nach Hoffmann in Gießen werden bei ungünstigern Lebensbedingungen die Weibchen von den Männchen besiegt.

Bei zwei gleich kräftigen und hohen Stöcken von *Daucus Carota* L. zeigt das zwitterige Exemplar eine weit größere Anzahl von Blütenanlagen, so daß jede einzelne Anlage der weiblichen Pflanze im Verhältnis besser ernährt wird.

Einen Grund, weshalb in den weiblichen Döldchen so viele physiologisch zwar sterile, allein morphologisch rein männliche Blüten gebildet werden, weiß Verf. nicht anzugeben.

Berlin. Dr. E. Roth.

Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik. Von Dr. Ed. Strasburger, o. ö. Prof. d. Botanik a. d. Univ. Bonn. Mit 114 Holzschn. Jena, Gustav Fischer. 1884. VIII, 285 S. 8^0.

Sicherlich würde die genauere, auf eigener Anschauung beruhende Kenntnis der »mikroskopischen Botanik« und überhaupt das systematische,

nutzbringende Arbeiten mit dem Mikroskop schon längst viel allgemeinere Verbreitung gefunden haben, wenn bisher eine so ausgezeichnete Anleitung dazu zu haben gewesen wäre wie die vorliegende. Sind doch die lehrreichsten Untersuchungsobjekte fast überall leicht zu beschaffen und läßt sich mit verhältnismäßig einfachen technischen Mitteln eine Menge der schönsten und bedeutsamsten Anschauungen gewinnen, die auch für das Verständnis der Vorgänge im tierischen und menschlichen Körper unentbehrlich, hier aber gewöhnlich weit schwieriger zu erlangen sind. Der Verf. dieses Buches, dem bekanntlich die umfassendste Erfahrung sowohl als selbständiger Forscher wie als akademischer Lehrer zu Gebote steht, hat sich der Mühe unterzogen, aus seinem zu Anfang vorigen Jahres erschienenen großen »Botanischen Praktikum«, das bereits die gebührende Anerkennung gefunden hat, diesen Auszug zu veranstalten, welcher zunächst für solche bestimmt ist, »die, ohne Botaniker vom Fach werden zu wollen, sich mit den Grundlagen der wissenschaftlichen Botanik vertraut zu machen wünschen.« Allein auch jeder angehende Mediziner, Zoologe oder wer sonst die Handhabung des Mikroskops und der immer komplizierter werdenden mikroskopischen Technik zu erlernen hat, wird sehr gut thun, vorerst diesem Führer zu folgen; denn wie Verf. mit vollem Rechte hervorhebt, »die botanische Arbeit am Mikroskop ist besonders zu einer solchen Einführung geeignet und es sollte naturgemäß jeder, desen Lebensberuf ein Vertrautsein mit der mikroskopischen Technik verlangt, zunächst mit dem Studium botanischer Objekte am Mikroskop beginnen.«

Der Stoff, zu dessen Bearbeitung hier Schritt für Schritt die nötige Anweisung gegeben ist, umfaßt die gesamte Pflanzenanatomie und auch einen Teil der Entwickelungsgeschichte; selbst schwierigere Gegenstände, wie z. B. die Spaltpilze, der feinere Bau der Pollenkörner, der Samenknospen, die Befruchtungsvorgänge u. s. w. sind nicht ausgeschlossen. Die praktische Einteilung des Ganzen in 32 Pensa gestattet auch, die Benutzung einzelner Hilfsinstrumente, der Reagentien etc. nur nach und nach, im Anschluß an das jeweils passendste Objekt zu erläutern; so lernen wir das Zeichnen mit der Camera lucida und das Bestimmen der Vergrößerung erst im 3. Pensum bei Gelegenheit der Protoplasmaströmung, die wichtigsten Tinktionsmethoden im 20., den Gebrauch der Immersionssysteme und des Abbe'schen Beleuchtungsapparates im 21. Pensum kennen. Das letzte Pensum führt sogar in die Erforschung der Zell- und Kernteilung, der Wegsamkeit der Zellwände und der Auskleidung der Intercellularräume ein. Dem allgemeinen Register gehen ein Verzeichnis der untersuchten Pflanzen und Pflanzenteile und ein solches der Reagentien, z. T. mit Angabe der Darstellungsweise, voraus; bei letzterem hätten wir jedoch gern noch eine Zusammenstellung der unumgänglich notwendigsten Reagentien gesehen, da wohl außerhalb der botanischen Laboratorien kaum irgendwo alle hier genannten Stoffe von vornherein angeschafft und zur Verfügung sein dürften. B. V.

Ausgegeben den 15. November 1885.

Das Prinzip der psycho-physischen Korrespondenz.

Von

Dr. Alex. Wernicke.

§. 1.

Der scharfe Gegensatz zwischen Geistigem und Materiellem, welcher das ganze Mittelalter durchaus beherrschte und auch in unserer Zeit noch hin und wieder stark genug hervortritt, war dem klassischen Altertume niemals zu vollem Bewußtsein gekommen. Gerade auf der gleichmäßigen Verwertung geistiger und materieller Elemente und auf ihrer einheitlichen Verbindung beruht die harmonische Abrundung der vielgestaltigen Schöpfungen der Griechen und Römer . . . . man faßte hier den Menschen als ein Ganzes, als ein geistig-leibliches Doppelwesen, als eine in sich geschlossene Verbindung von Leib und Seele auf, ohne bald den einen bald den anderen Grundzug seiner Natur einseitig zu betonen und dadurch das Gesamtbild zu verzerren.

Als sich die Ströme jüdischen Gottesglaubens und griechischer Philosophie in dem weiten Meere der christlichen Weltanschauung vereinigt hatten, da war jene harmonische Auffassung des Menschen gebrochen, und sie mußte gebrochen werden, denn erst nachdem der Gegensatz zwischen Seelischem und Leiblichem in seiner ganzen Schärfe erkannt worden war, konnte es gelingen, die Erkenntnis des Menschen auf breiterer Basis aufzubauen, indem man die Harmonie, welche früher unbewußt erfaßt worden war, kritisch begreifen lernte; erst nachdem man das geistige Leben und das leibliche Leben für sich gesondert betrachtet hatte, wurde es möglich, die vorhandenen Vereinigungspunkte aufzusuchen und in ihrer gegenseitigen Beziehung festzustellen.

Dieser Schritt war unserer Zeit vorbehalten, in welcher sich die alte Frage nach der **Wechselwirkung von Leib und Seele** umwandelte in eine Frage der **Korrespondenz** (Parallelität) **leiblicher und geistiger Vorgänge.**

Man frägt jetzt nicht mehr, wie der Geist auf den Körper und wie der Körper auf den Geist zu wirken im stande ist und wie diese beiden Wesenheiten in der That aufeinander einwirken, man untersucht vielmehr, inwiefern psychische Vorgänge und phy-

sische Bewegungen gleichzeitig miteinander auftreten und aneinander gekettet erscheinen.

Diese so überaus fruchtbare Verschiebung der Fragestellung, welche sich in der Gegenwart langsam vollzieht, hat sich bereits seit geraumer Zeit vorbereitet.

Die Parallelität der geistigen und leiblichen Vorgänge wird zum erstenmale gewissermaßen greifbar in der Lehre von der »Harmonie préétablie« des genialen Leibniz, der das Verhältnis von Leib und Seele durch das bekannte Gleichnis von den beiden Uhren darzustellen versuchte, welche von Anfang an so vollkommen konstruiert sind, daß sie trotz der gegenseitigen Unabhängigkeit ihrer Werke stets genau denselben Gang zeigen.

Auf dies Gleichnis von Leibniz ist auch Fechner zurückgegangen, als er mit aller Entschiedenheit für die Korrespondenz des Physischen und Psychischen eintrat und dieselbe nicht nur in dem Mikrokosmos des Menschen, sondern auch in dem Makrokosmos des Weltganzen nachzuweisen bestrebt war. Fechner machte die hier und da im einzelnen nachgewiesene Parallelität zwischen Leib und Seele zu einem allgemeinen Prinzipe der Forschung, indem er jedem Materiellen ein Geistiges und jedem Geistigen ein Materielles zuzuordnen suchte und die Welt auffassen lehrte als ein Uhrwerk mit zwei Zifferblättern.

Der Samen, welchen Leibniz ausgestreut hat, ist durch Fechner's Pflege zu Früchten gekommen, denn Fechner's vielgestaltiger Thätigkeit ist es in erster Linie zu danken, daß man in unserer Zeit bereit ist, das Prinzip der psycho-physischen Korrespondenz bei der Interpretation des Weltganzen und im besondern des menschlichen Doppel-Organismus von Leib und Seele in Anwendung zu bringen.

Indem man einerseits jedem psychischen Akte im Weltganzen eine materielle Geleit-Erscheinung zuordnet und anderseits für jede stoffliche Bewegung einen bewußten oder unbewußten psychischen Vorgang fordert, macht man im Speziellen die Frage nach der Wechselwirkung von Leib und Seele vollständig illusorisch: ein geistiger Vorgang greift scheinbar in das Gefüge der materiellen Vorgänge ein, weil die entsprechende stoffliche Geleit-Erscheinung in diesem Gefüge ihre Stelle hat, während anderseits ein materieller Vorgang im psychischen Gebiete nur dadurch wirkt, daß ihm bewußte oder unbewußte Elemente korrespondieren, welche mit anderen geistigen Vorgängen in gesetzmäßigem Zusammenhang stehen.

Unter der Einwirkung des psycho-physischen Prinzipes zerlegt sich die gesetzmäßige Organisation des Weltganzen in zwei Hälften: das Reich des Physischen bildet in der That, wie die Materialisten wollen, ein in sich geschlossenes Ganzes, aber dasselbe gilt auch von dem Reiche des Psychischen, dem Gegenbilde der materiellen Sphäre.

So schlägt man unter dem Banner dieses Prinzipes den Materialismus vollkommen, indem man ihm zunächst alle seine Konsequenzen zugibt und das Physische im Weltganzen als ein in sich geschlossenes, durchaus gesetzmäßig organisiertes System ansieht, dann aber mit Entschiedenheit darauf hinweist, daß man in diesem System nur die eine

Seite der Welt dargestellt hat und nun vor der Aufgabe steht, deren psychisches Äquivalent aufzusuchen und des nähern zu bestimmen.

Unter dem Banner des psycho-physischen Prinzipes tritt man aber auch den allzuweit gehenden Ansprüchen des Spiritualismus entgegen, indem man darauf hinweist, daß kein psychischer Vorgang als solcher innerhalb des in sich geschlossenen Gefüges des Physischen Wirkungen irgendwelcher Art hervorzubringen im stande ist.

So stellt man durch dieses Prinzip das Gleichgewicht her zwischen den Interessen der materialistischen und der spiritualistischen Darstellung des Weltganzen, indem man jede dieser Ansichten zur Ergänzung der anderen heranzieht und erst in ihrer Vereinigung das Doppelbild der Welt zu sehen geneigt ist.

Die Bedeutung des Prinzipes ist überdies unabhängig von dem metaphysischen Abschluß, welchen man den philosophischen Untersuchungen des Makrokosmos gibt: die Parallelität des Physischen und des Psychischen behält als Prinzip ihren Wert, mag man das All mit Fechner als einen einheitlichen Organismus auffassen, dessen innere Seite auf Geistiges, dessen äußere Seite auf Materielles hinweist, oder mag man Halt machen vor dieser letzten Deutung der Bruchstücke unserer Erfahrung.

§. 2.

Um die ganze Einseitigkeit des materialistischen Weltbildes mit wenigen Strichen zu kennzeichnen und um zugleich zu zeigen, inwiefern dasselbe im Hinblick auf das psycho-physische Prinzip ergänzt werden muß, knüpfen wir an jene Fiktion[1] von Laplace an, welche durch Du Bois-Reymond so berühmt geworden ist. Wir wollen uns selbst für einen Augenblick die Eigenschaften jenes erhabenen Geistes beilegen, der eine Kenntnis des Weltalls besitzt, wie sie den kühnsten Träumen der Materialisten als Ideal vorschwebt: Alles sei aufgelöst in den gesetzmäßigen Tanz der Atome und Moleküle, das Wesen der festen, flüssigen und gasförmigen Materie, der Bau der Pflanze, das Eigentümliche des tierischen Organismus liege offen vor uns da.

Auf die »niederen« geistigen Fähigkeiten der Lust und Unlust verzichten wir gern und auch alle Regungen unseres Willens mag der großartige Anblick ersterben lassen, ja wir wollen sogar ganz vergessen, daß wir jemals gefühlt und gewollt haben . . . . wir haben genug am Schauen, d. h. am Aufnehmen der vielgestaltigen Empfindungen, welche die Dinge der Außenwelt charakterisieren, und am Wahrnehmen ihrer vielfach verschlungenen Beziehungen.

Unter solchen Umständen würde uns jede interpretatio naturae ex analogia hominis[2] fehlen; wir wüßten nicht, was Kraft wäre, denn dieser Begriff stammt aus unseren Strebungen und deren Gegenstrebungen (Elemente der Willensthätigkeit); wir wüßten nicht, was Fühlen heißt, denn das Fühlen läßt sich nicht am Objekte schauen; wir sähen nur Bewegungen von Atomen, die, bald einander entgegenkommend, bald einander

[1] Essay philosophique sur les probabilités. Paris 1814.
[2] Ein Ausdruck von Baco.

fliehend, ihre vielverschlungenen Reigen tanzten, hier von Licht umflossen, dort von Tönen umschwebt.

Wenn uns Wesen entgegenträten, ähnlich gestaltet wie wir selbst, so würden wir ihnen vielleicht dasselbe Schauen zusprechen, welches wir selbst besitzen, von ihrem Wollen und Fühlen hätten wir keine Ahnung.

Im Vordergrunde der Szene sei ein Gladiatoren-Paar im heftigen Kampfe entbrannt. Jeder folgt den Bewegungen des anderen mit gespannter Aufmerksamkeit, sucht die Hiebe und Stiche des Gegners abzuwehren und ist bemüht, ihm den tödlichen Streich zu versetzen. Jetzt stürzt der eine brechenden Auges zusammen, während ihm der andere siegreich den Fuß auf den Nacken setzt und ihm sein Schwert bis ans Heft in die Brust stößt. Dabei beugt er sich nieder und erkennt an einem längst vernarbten Wundmale den früh verlorenen Bruder, den zu suchen er ausgezogen war. Den Gefangenen trifft er als Gefangener in der Arena wieder, er ist sein Mörder geworden. Verzweifelnd stürzt er, sich selbst den Tod gebend, an der Leiche des brüderlichen Feindes nieder und beider Blut fließt zusammen in den heißen Sand.

Was würden wir von alledem bemerken? Bewegungen der Körper und Bewegungen in den Körpern, das Sprühen der Funken, den Klang der Schwerter, die Röte des quellenden Blutes, das Erblassen des Antlitzes. Um das Schauspiel zu verstehen, fehlt uns eine Tabelle für den **geistigen** Inhalt der verschiedensten Bewegungen . . . . . und das Verständnis der Tabelle, es fehlt uns das Textbuch zu der Pantomime und die Fähigkeit, das Textbuch zu entziffern.

Gefühllos und willenlos würden wir als Zuschauer im Weltgetriebe dastehen, als Zuschauer, die trotz der Fähigkeit zu empfinden nur Dinge, Bewegungen und Veränderungen von Dingen erblicken würden, aber keine Ahnung hätten von den verbindenden Kräften und den Gefühlen, die sie auszulösen im stande sind. Wir blieben Zuschauer einer unverstandenen Pantomime selbst mit der Erkenntnis des Laplace'schen Weltgeistes.

Daß wir nun in Wirklichkeit nicht solche Zuschauer sind, das liegt daran, daß wir des öftern in uns den Bewegungen korrespondierende Strebungen und Gegenstrebungen wahrnehmen und daß aus diesen für uns Gefühle resultieren.

Was wir interesselos beobachten können, sind Bewegungen, Gegenbewegungen und daraus entspringende Zustandsänderungen des individuell Gegebenen.

Wenn wir aber selbst das Feld eines solchen Bewegungskampfes sind, so sind wir in der That keine interesselosen Zuschauer: wir nehmen ankommende Bewegungen als fremden Willen, die dadurch in uns geweckten Bewegungen als eigenen Willen, die so entstehenden Deformationen als Empfindungen wahr und besitzen außerdem im Gefühle einen Wertmesser unseres jedesmaligen Zustandes . . . zudem steigen in uns Erinnerungsbilder auf an das Erlebte und verketten sich mit dem, was wir erleben.

So gewiß die Bewegung etwas anderes ist als das Sehen einer Bewegung, so gewiß ist überhaupt in allen diesen Fällen der Prozeß

zu scheiden von dem Innewerden des Prozesses . . . den Prozeß kann ich mir allenfalls ohne ein geistiges Wesen denken, das ihn schaut, nie aber in gleicher Weise das Innewerden des Prozesses[1], und auch diese Scheidung ist nur möglich für mich, der ich denke, d. h. für ein bewußtes Wesen.

Wir müssen aber noch weiter gehen: wir haben dem LAPLACE'schen Geiste gewissermaßen schon zu viel bewilligt, vorausgesetzt daß wir ihn nur als interesselosen Zuschauer in das Weltgetriebe einführen wollen, denn auch die Empfindung haftet nicht am Objekte, sie setzt die Thätigkeit des Zuschauers voraus, sie ist nicht vorhanden ohne das empfindende Subjekt, welches sie wahrnimmt.

Das ganze räumlich-zeitliche Gebiet, d. h. die Welt da draußen, ist ohne ein Bewußtes, das sie aufnimmt, sicher klanglos und farbenleer, ohne Geschmack und ohne Geruch, sie ist höchstens als ein System von Massen zu denken, dessen einzelne Teile sich im Raum bewegen.

Was bleibt aber selbst von der Masse übrig, für mich übrig, wenn mir die Druckempfindung fehlt, wenn mir die Strebungen und Gegenstrebungen in mir nicht mehr zum Bewußtsein kommen? Die anziehenden und abstoßenden Kräfte fallen fort und die Materie wird widerstandslos, wird durchdringlich wie die Geister im Volksglauben. Was der Materie ihre Festigkeit gibt, ist die Empfindung des empfindenden Subjektes, und diese gibt ihr auch ihre Farben, ihre Töne, ihre Wärme, ihren Geschmack und ihren Geruch; ebenso schafft ihr die Wahrnehmung der Strebungen und Gegenstrebungen innerhalb dieses Subjektes die abstoßenden und anziehenden Kräfte.

Wenn wir von allediesem absehen, so können wir die Materie nur d e n k e n als ein irgendwie bestimmtes Etwas, dessen Bestimmungen wir nicht kennen und von dem wir nur wissen, daß es seinen Verkehr mit uns abbildet in einer farbenglühenden und klangreichen Welt voll Duft und Geschmack und belebender Wärme, in einer Welt, die unsere Kraft herausfordert, indem sie auf uns wirkt und unserem eigenen Wirken Widerstand entgegensetzt!

Das gilt von der E r s c h e i n u n g der Materie, welche alle ihre Bestimmungen für uns nur hat, insofern wir derselben als wahrnehmendes Subjekt gegenüberstehen; ihrem W e s e n nach bleibt die Materie für uns höchstens ein unerkennbares, aber in sich bestimmtes, auf uns wirkendes und von uns Wirkungen empfangendes Etwas, von dem wir nur das eine wissen, daß es von uns v e r s c h i e d e n scheint, obwohl es vielleicht im Grunde mit uns E i n s sein kann.

Wie wir uns im Verkehr mit der Außenwelt als Körper abbilden und dennoch unseres geistigen Lebens sicher sind, so können auch die anderen Körper Abbildungen von Wesen sein, denen ebenfalls ein geistiges Leben von irgend einer Entwickelungsstufe zukommt.

Wir haben, dem Gedankengange der Materialisten folgend, die ganze

[1] So kann ich mir z. B. die Molekularbewegung, welche ich als Wärme empfinde, für sich bestehend denken; dann bleibt sie aber immer und ewig eine Molekularbewegung, und erst wenn sie von einem empfindenden Subjekte wahrgenommen wird, geht sie für dieses in eine Wärmeerscheinung über.

Welt, unsere Mitmenschen, die Tiere und die Pflanzen natürlich auch, aufgelöst gedacht in ein System von Atomen und haben nur uns selbst die Gewißheit unseres geistigen Lebens vorbehalten, wenigstens eines Teils desselben: wir haben mit einem Worte die ganze Außenwelt als Materie aufgefaßt, nur als Materie, und haben uns selbst, wie es scheint, eine unberechtigte Ausnahmestellung zugedacht.

Da die Materialisten bei einer gewissen Gruppierung gewisser Atome geistiges Leben entstehen lassen, so scheinen wir unter der gemachten Voraussetzung, daß wir uns nämlich dem Gedankengange der Materialisten für einen Augenblick ganz und gar überlassen wollten, in der That das bewußte Subjekt unberechtigterweise eingefügt zu haben, jenes Subjekt, welches die Welt der Materialisten wahrzunehmen und nach Analogie seiner eigenen Organisation zu durchgeistigen bestimmt ist.

In der That liegt aber hier nur ein Schein vor, denn die rechtmäßigen Ansprüche dieses eingeführten Subjektes lassen sich klar genug darthun. Was sind denn jene Atome der Materialisten, in deren Bewegungen auch geistiges Leben entstehen soll? Sie werden eingeführt als die letzten Elemente des Stoffes, dessen Wesen sich einer schärferen Analyse gegenüber mehr und mehr verflüchtigt, als die letzten Elemente, welche zudem niemals aufgezeigt werden konnten.

Allerdings können die Materialisten bei kritischer Besinnung nicht ohne ein gewisses Recht die Subjektivität der Farben, Töne etc. zugeben und doch bei dem kräftebegabten, im Raume beweglichen Etwas als einem Letzten stehen bleiben, weil dieses sozusagen in der That etwas Objektiveres ist als seine Farben und seine Töne, aber die allerärmsten Eigenschaften, welche jene letzte, an sich ganz unbestimmte Vorstellung der Materie beleben, sind aus den Wahrnehmungen des Subjekts in dieselbe hineingetragen.

Alle unsere Empfindungen setzen ja insofern unsere Thätigkeit voraus, als sie nur durch Innervationen, ausgelöst durch den excitierenden Reiz, zu stande kommen. Während nun diejenigen Sinnesorgane, welche die feinste Ausbildung erhalten haben, auf die schwächsten Reize reagieren und infolgedessen auch bei deren Perzeption nur sehr geringer Innervationen bedürfen, verbraucht das Organ des Tastsinnes verhältnismäßig reichliche Arbeitsmengen der Nervenmasse. Während also streng genommen bei jeder Empfindung äußerer Reiz und Innervation als Strebung und Gegenstrebung auftreten, werden diese Verhältnisse doch beim Hautsinn am deutlichsten und deshalb ist dieser im besondern befähigt, die Empfindung des Fremden, seine Einwirkung und unsere Gegenwirkung zu vermitteln.

So ist in der That das aller Sinnesthätigkeit zu Grunde liegende die ausgelöste Innervation, die Reaktion auf Eingriffe eines Fremden, und darum sind die in diesem Prozesse gegebenen Erfahrungen allgemeiner als die Erfahrungen eines einzelnen Sinnes: ebenso wie das räumliche und zeitliche Moment allen Empfindungen gemeinsam ist, so tritt auch in allen die Beziehung von actio und reactio zu Tage.

Darauf beruht also die Berechtigung der Materialisten, das in Bewegung befindliche und mit Kräften begabte Etwas gewissermaßen für

objektiver zu halten als dessen Farben, Töne etc. Diese Berechtigung wird noch dadurch gestützt, daß das Innewerden von Kraft und Widerstand nicht bloß von jeder einzelnen, sondern überhaupt von aller Empfindung unabhängig auftritt: bei Anästhesie kommt es vor, daß sich der Kranke bei voller Unempfindlichkeit der Haut doch seiner Innervationen deutlich bewußt wird.

In der That hängt alles bewußt-geistige Leben mit Innervationen zusammen, deren Innewerden uns die Beziehungen liefert, welche uns als Körper mit den Körpern der Außenwelt verbinden.

So löst sich die Vorstellung der Materie an sich auf in ein unbestimmbares Etwas, während die Vorstellung der Materie als Erscheinung ihre Ausgestaltung durch das bewußte Ich erhält.

Jedenfalls bleibt in der Materie bei einer schärferen Analyse kein Rest vorhanden, welcher uns zwingt, in derselben eine Wesenheit zu sehen, die toto genere von uns verschieden ist; wohl aber ist der Gedanke zulässig, daß die Dinge der Außenwelt in sich ein ähnliches geistiges Leben bergen wie wir, die wir uns für die Welt da draußen als Körper abbilden und trotzdem denken.

§. 3.

Wenn andernteils ein einseitiger Spiritualismus die Materie ganz und gar auflösen wollte in ein vom denkenden Subjekte Gesetztes, wie es ja von einzelnen Philosophen geschehen ist, so würde zunächst zu erwidern sein, daß unser Ich durchaus nicht als spontan-thätig erscheint, daß wir vielmehr lediglich als Zuschauer in dem subjektiv-objektiven Bilde des Weltverkehrs auftreten und daß sich in diesem unsere Sphäre gegen eine Reihe fremder Sphären von gleicher Selbständigkeit abgrenzt.[1]

Wer alles Gegebene für seine Vorstellung hält, muß doch sofort zwei Arten von Vorstellung unterscheiden, denn der wirkliche Apfel wird ja allgemein als etwas anderes aufgefaßt als sein Erinnerungsbild. Man muß also zum mindesten das Reich jener Vorstellungen, welche sich als räumlich-zeitliche Gebilde darbieten, für sich behandeln und gelangt dabei zu der Vorstellung eines gesetzmäßig organisierten Ganzen, welches durchaus dem Bilde entspricht, das uns die Materialisten von der Welt zu zeichnen versuchen, so lange sie bei deren Erscheinung verweilen und auf die Darstellung des Wesens verzichten.

So berechtigt auch die kritische Erinnerung ist, daß alles Gegebene zunächst als Thatsache unseres Bewußtseins auftritt, so berechtigt ist auch anderseits die Erinnerung, daß die Gebilde von räumlich-zeitlichem Charakter sich gewissermaßen aus unserem Bewußtsein ablösen und eine selbständige Existenz beanspruchen.

Unsere Erkenntnis überschreitet allerdings niemals die Grenzen unseres Bewußtseins, in diesen finden wir aber auch den Gedanken, daß die Dinge der Außenwelt nicht bloß Komplexe von Elementen unseres Wissens, sondern außerdem Noch-Etwas sind und daß ihnen ein Sein

---

[1] Vgl. meine Studie „Die Philosophie als deskriptive Wissenschaft.“ 1882.

zukommt, das unabhängig ist von dem Umstande, daß wir von ihnen wissen.

Der Spiritualismus wird zwar stets die Begründung alles philosophischen Wissens zunächst für sich in Anspruch nehmen dürfen; wenn derselbe aber so weit fortgeschritten ist, das räumlich-zeitliche Gebiet als ein selbständiges Ganzes hinzustellen, so wird er sich daran erinnern müssen, daß es das bleibende Verdienst des Materialismus ist, allen spiritualistischen Verirrungen gegenüber das Prinzip der Gesetzmäßigkeit innerhalb der Welt, soweit diese durch Mechanik erschließbar ist, immer und immer wieder betont zu haben.

§. 4.

Die Grundthatsache, auf welche sich das Prinzip der psycho-physischen Korrespondenz zu stützen hat, ist, daß ich einen Teil meiner Zustandsänderungen zugleich als körperliche Bewegungen und als geistige Vorgänge auffasse, daß mir also die fragliche Korrespondenz für ein bestimmtes Gebiet gegeben ist und daß es sich nur darum handeln kann, die Grenzen der psycho-physischen Parallelität aufzusuchen und sie als solche nachzuweisen.

Ferner kommt in Betracht, daß die Erkenntnis des materiellen Gebietes um so sicherer und ausgedehnter entwickelt worden ist, je unbefangener und rücksichtsloser man hier dem Prinzipe der Gesetzmäßigkeit gefolgt ist.

Wenn man das räumlich-zeitliche Gebiet als ein geschlossenes, in sich gesetzmäßig organisiertes Ganzes ansieht, so hat man außerdem den Vorteil, alle jene oft so regellos und locker erscheinenden psychischen Gefüge an den festen Bau des materiellen Reiches anlehnen zu können, ohne ihnen doch dabei ihren eigenartigen Wert zu rauben.

Im Hinblick auf diese Verhältnisse, wobei für den einen Teil der Welt in der That eine Formel, wie Du Bois-Reymond ausführt, in Geltung sein würde, sagt Friedr. Albert Lange[1]: »Wenn auch nur ein einziges Gehirnatom durch die Gedanken auch nur um den millionten Teil eines Millimeters aus der Bahn gerückt werden könnte, welche es nach den Gesetzen der Mechanik verfolgen muß, so würde die ganze Weltformel nicht mehr passen und nicht einmal mehr Sinn haben. Die Handlungen der Menschen folgen, naturwissenschaftlich betrachtet, nicht aus Gedanken, sondern aus Muskelbewegungen, sei es nun, daß diese dienen, einen Marsch zu machen, ein Schwert zu ziehen oder eine Feder zu führen, ein Kommandowort erschallen zu lassen oder den Blick auf einen bedrohten Punkt zu richten. Die Muskelbewegungen werden durch Nerventhätigkeit ausgelöst; diese stammt aus den Hirnfunktionen und diese sind durch die Struktur des Hirns, durch die Leitungsbahnen, die Atombewegungen des Stoffwechsels u. s. w. unter dem hinzutretenden Einflusse der zentripetalen Nerventhätigkeit vollständig bestimmt.« »Man muß sich zu dem Schlusse erheben können, daß also das ganze Thun und Treiben der Menschen, des Einzelnen wie der Völker, durchaus so vor sich gehen

---

[1] Geschichte des Materialismus. II, 156.

könnte, wie es wirklich vor sich geht, ohne daß übrigens nur in einem einzigen dieser Individuen irgend etwas wie Gedanke, Empfindung u. s. w. vor sich ginge.« »So und nicht anders dachte sich DESCARTES die Tierwelt.«

ALBERT LANGE hat ferner alle diese Betrachtungen auf einen sehr glücklichen Ausdruck gebracht, indem er sich zwei Welten dachte, absolut gleich für den Beschauer, aber mit dem Unterschiede, daß in der einen der ganze Mechanismus abliefe wie die Mechanik eines Automaten, ohne daß irgend etwas dabei empfunden oder gedacht würde, während die andere unsere Welt ist. »Daß wir an die eine dieser beiden Welten nicht glauben,« sagt ALBERT LANGE, »ist nichts als die unmittelbare Wirkung unseres eigensten persönlichen Bewußtseins, wie es jeder nur in sich selbst kennt und das wir auf alles, was uns äußerlich ähnlich ist, übertragen.«

Ferner mag noch ein Wort STEINTHAL'S[1] Platz finden, welches höchst charakteristisch ist: »So meine ich einstweilen, der Beweis für ein unmaterielles Prinzip werde sich am ehesten durch den Nachweis geben lassen, daß zwar seelische Erscheinungen auf mechanische Einwirkungen erfolgen, daß aber letztere nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft einen in sich geschlossenen Kreislauf bilden, in den die seelischen Erscheinungen niemals eintreten, wiewohl ein sehr gesetzmäßiger Parallelismus zwischen beiden besteht. Oder hat der Naturforscher bei seiner Beobachtung des Wandels der Kraft jemals eine Lücke bemerkt, die nur durch das, was wir eine psychische Erscheinung zu nennen pflegen, ausgefüllt werden konnte? d. h. fand er, daß die Kraft verschwand, ohne daß er gewußt hätte, wohin? und daß sie wiederkehrte, ohne daß er hätte sagen können, woher? wenn eben nicht in und aus einer Form, die man seelisch nennt? fand er unter den Wandlungen der Kraft auch eine Phase, die dadurch charakterisiert war, daß die Kraft bloß als psychische Thatsache erschien?«

Innerhalb dieses Gedankenganges würde es der höchste Triumph des Wissens sein, wenn man eine Tabelle entwerfen könnte, in welcher für jede Bewegung im Weltall die psychische Parallel-Erscheinung angegeben wäre, und umgekehrt.

Die psychologische Forschung unseres Jahrhunderts hat bereits ein Bruchstück jener Tabelle geliefert und wird diesem andere und andere Bruchstücke hinzufügen.

Wenn wir das Ideal, dem unsere Erkenntnis auf diesem Gebiete zustrebt, bereits erreicht hätten, so würde sowohl das Physische für sich als auch das Psychische für sich vollkommen verständlich sein. Bis dahin müssen wir in dem einen Gebiete die Ausfüllung von Lücken des anderen suchen, wobei allerdings die weitere Aufgabe bleibt, die korrespondierenden Erscheinungen, welche noch fehlen, wirklich aufzusuchen. Wenn wir dabei mit Recht zunächst die Auffassung des mechanischen Gebietes lückenlos zu gestalten suchen, so folgt daraus keine Überordnung desselben über das geistige Reich, denn wir könnten ebensowohl in diesem Gebiete beginnen und für dessen Vorgänge die Tabelle zu entwerfen

[1] Abriß der Sprachwissenschaft I, 94.

suchen, wenn hierbei nicht erfahrungsmäßig Erkenntnisse schwerer zu erringen wären als dort.

Vermöge des psycho-physischen Prinzipes herrscht volle Gleichberechtigung zwischen beiden Gebieten.

Die Duftapparate der Schmetterlinge.

Von

Prof. Dr. **K. W. von Dalla Torre** (Innsbruck).

(Schluß.)

Es ist nun natürlich, daß, nachdem mit den Männchenschuppen diese komplizierten Schutzvorrichtungen entdeckt wurden, man sofort die Frage aufwarf: »Wozu dient dieser Schutz?« »Welche Funktion üben die Männchenschuppen, daß sie desselben bedürfen?« Fritz Müller war der erste, welcher in ihnen einen Duftapparat erkannte. Da aber in neuerer Zeit verschiedene Bedenken dagegen laut wurden, daß man diese Behauptung auf alle Männchenschuppen ausdehne, so ist es wohl angezeigt, die Gründe anzuführen, welche Fritz Müller zu derselben bewogen haben.

Zwei Wege sind es im allgemeinen, auf denen wir die Funktion eines Organes bestimmen können; ein direkter, wo wir mit unseren Sinnen beobachten können, in welcher Weise das fragliche Organ verwendet wird oder aber welche Funktion nicht ausgeübt werden kann, wenn dasselbe fehlt, und ein indirekter, wo wir mit einem größern oder geringern Grade von Wahrscheinlichkeit die Richtigkeit des Resultates behaupten können, indem wir von der Ähnlichkeit der Form und Einrichtung auf die Ähnlichkeit der Funktion schließen, was teilweise zusammenfällt mit der Untersuchung, zu welchem Gebrauche ein Organ durch alle dabei maßgebenden Faktoren geeignet ist. Müller kann nun nur bei einem Teil der Männchenschuppen den ersteren Weg benutzen, bei den übrigen aber ist er auf einen Analogieschluß angewiesen, und nur diese letzteren sind gemeint, wenn Zweifel über die Richtigkeit seiner Ansicht erhoben werden.

Eine direkte Beobachtung des Geruchs, welchen Männchenschuppen ausströmen, machte Müller (9) zuerst an *Callidryas Argante* ♂, an dem sich bei Entblößung der Männchenschuppen ein moschusartiger Geruch bemerkbar machte. Diese Erscheinung wiederholte sich bei allen männlichen Exemplaren dieser Art. Ähnliches zeigte sich bei verschiedenen andern Faltern. So geht auch bei *Prepona Laertes* und *Dircenna Xantho* ♂ der Geruch, der bei jenem »fledermausartig«, bei diesem vanille-

ähnlich ist, von dem vordern Teile der Hinterflügel aus, wo sich die Männchenschuppen befinden. Weit stärker und wieder an Fledermäuse erinnernd ist der Geruch bei *Thecla Atys* Cr., bisamartig bei einer brasilianischen *Dasyophthalma*-Art. In einem Briefe vom 1. März 1878 berichtet Müller (17), daß er auf einem Ausflug in das Quellgebiet des Rio Negro häufig einen Falter — *Papilio Grayi* — gefunden habe, »dessen Männchen wirklich auch in betreff des Geruches als Blume der Luft bezeichnet werden kann. Der von den Hinterflügeln ausgehende Geruch ist so stark und so würzig, schreibt er, daß ich den Schmetterling wie eine Blume zum gelegentlichen Daranriechen in der Hand getragen habe.« Bald darauf teilt derselbe Forscher mit (18), daß ihm die Entdeckung eines von den Männchenschuppen ausgehenden Geruches bei immer mehr Arten gelinge. So bei *Daptonura Lycimnii* und *Callidryas Trite. Didonis Biblis* besitzt (außer zwei Duftapparaten am Abdomen) einen deutlich riechenden Männchenfleck an den Flügeln. Wir dürfen uns nun durchaus nicht wundern, wenn die Gerüche, welche ja einen für die Weibchen angenehmen Reiz ausüben sollen, für uns oft widerlich scheinen, da wir ja vom Geschmacke der letzteren nicht die geringste Vorstellung haben. Ebensowenig dürfen wir uns zu Zweifeln und Bedenken verleiten lassen durch den Umstand, daß wir an der Mehrzahl von Faltern, welche mit Männchenschuppen ausgerüstet sind, einen Geruch überhaupt nicht wahrzunehmen vermögen; denn daß der Geruchsinn selbst im Vergleiche mit höher stehenden Tieren beim Menschen sehr schwach entwickelt ist, beweisen manche unserer Haustiere. Auf die außerordentliche Ausbildung des Geruchsinnes bei Schmetterlingen wurde bereits früher hingewiesen, als von den weiblichen Duftwerkzeugen die Rede war. Daß aber auch jene Männchenschuppen, deren Geruch für uns nicht unmittelbar wahrnehmbar ist, doch als Duftorgan aufzufassen sind, schließt Müller aus gewissen gemeinsamen Zügen, die bei aller sonstiger Verschiedenheit immer wiederkehren und die gerade für ein Duftorgan besonders wichtig sind. Der genannte Forscher hat dieselben schon vor 10 Jahren hervorgehoben (9), und obwohl sich inzwischen das beobachtete Material außerordentlich vergrößert hat, sind die Behauptungen Müller's in keinem Punkte wesentlich widerlegt worden. So ist die Lage der Männchenschuppen immer eine geschützte, d. h. so gewählt, daß diese der Einwirkung der freien Luft entzogen sind. Häufig treffen wir sie auf jenem Teile der Hinterflügel, welcher von den Vorderflügeln bedeckt wird, oder auf der Innenseite der Hinterflügel, so daß sie am Hinterleibe anliegen. Andere, die auf der Oberseite der Vorderflügel gelegen sind, werden wenigstens solange eingeschlossen, als der Schmetterling sich in ruhender Stellung befindet. Bei vielen Faltern endlich erleidet der ganze Flügel eine Umgestaltung, er bildet eine Tasche, eine Falte oder ist am Rande umgebogen, um den Schutz besonders wirksam zu machen. Dieser Umstand macht die Männchenschuppen jedenfalls zu einem Duftapparate wohl geeignet, indem die Riechsubstanz am unzeitigen Verdunsten verhindert wird. Anderseits ist aber die Form der dichtgedrängten Schuppen sehr günstig, um die Verdunstung im Falle des Bedürfnisses zu befördern, da der Luft eine außerordentlich große Oberfläche oder Verdunstungs-

fläche geboten wird. So berechnet Aurivilius, daß beiläufig 44 000 Gliederschuppen auf dem Männchenflecke von *Pamphila comma* L. stehen, dessen Größe etwa $^7/_8$ mm^2 beträgt. Die Oberfläche einer Gliederschuppe berechnet er zu 0,0036 mm^2, so daß alle zusammen eine freie Oberfläche von 160 mm^2 besitzen. Ein ähnlich günstiges Verhältnis besteht auch bei den übrigen Männchenschuppen, namentlich bei den Haarbüscheln.

Eine andere Frage ist es nun, ob der Falter alle Männchenschuppen willkürlich entblößen kann. Bei manchen, wie z. B. bei jenen, die auf der Oberseite der Vorderflügel sich befinden, liegt dies auf der Hand. Ebenso kann es auch kaum bestritten werden bei den »Haarpinseln« und »Duftflecken«, die auf der Oberseite der Hinterflügel liegen und von den Vorderflügeln bedeckt werden, indem der Falter gewiß im stande ist, den Vorderflügel soweit nach vorne zu ziehen, daß der ganze Hinterflügel unbedeckt bleibt. Daß dann die Haarbüschel sich sträuben, ist wohl auf rein mechanischem Wege zu erklären, indem sie von dem Drucke, der gewöhnlich auf ihnen lastet, befreit werden und vermöge ihrer Elastizität sich aufrichten. Ganz ähnliches gilt von den Haarbüscheln am Innenrande der Hinterflügel. Auch bezüglich der Falten und Taschen ist es wahrscheinlich, daß sie willkürlich geöffnet werden können. Bei der Falte am Innenrande der Hinterflügel könnte man zur Erklärung eines eventuellen Auseinanderlegens derselben ähnliches anführen wie bei den Haarbüscheln. Beim Kostalumschlage am Vorderrande der Vorderflügel ist es aber nicht leicht einzusehen, auf welche Weise der Schmetterling dies bewerkstelligen könnte. Daß aber der Kostalumschlag unter Umständen wirklich geöffnet wird, ist als ziemlich sicherstehend zu betrachten. Eine recht auffallende Beobachtung über diesen Punkt machte Fritz Müller an einem Männchen von *Hesperia Orcus* Cr. Er fing dasselbe, während es ein Weibchen umschwärmte und eben im Begriffe war, sich mit ihm zu vereinigen. Als er es aus dem Netze hervorzog, war der Kostalumschlag des einen Flügels aufgeklappt, und da an ein gewaltsames Öffnen während des Fangens nicht zu denken ist, so liegt es nahe, dies mit dem Umstande in Zusammenhang zu bringen, daß das Männchen gerade im Begriffe war, sich zu paaren, und dabei den reizenden Riechstoff aus seinem Kostalumschlage in Anwendung brachte. Aurivilius glaubt, daß auch bei *Argynnis Paphia* die Deckschuppen, welche über die auf den Rippen stehenden Männchenschuppen hineinragen, nach der Seite auseinander gezogen werden können, »teils weil eine solche Bewegung von Muskeln, welche die Lage besonders des Hinterrandfeldes, wo sich die größeren Deckschuppen befinden, nur ein wenig verändert, leicht ausgeführt werden könnte und eine ganz unbedeutende Veränderung dieses Randes sogleich eine große Wirkung auf die Stellung der Schuppen haben müßte, teils weil eine solche Bewegung in der That stattfindet beim Kostalumschlage der Hesperiden.« Ebenso findet man, daß am Männchenfleck von *Pamphila comma* die Deckschuppen bald mehr bald weniger über die Männchenschuppen hineinragen; und so hat auch hier die Annahme einer willkürlichen Beweglichkeit viel für sich. Die Beweglichkeit der Schutzvorrichtung ist aber für einen Duftapparat ein Faktor von großer Bedeutung.

Eines aber ist trotz alledem befremdend, die Frage nämlich, woher auf dem Schmetterlingsflügel der Riechstoff kommen kann. Auf diese Frage erteilt uns A. Weismann (20) eine Antwort, indem er nachweist, die bisher herrschende Ansicht, daß der Schmetterlingsflügel nur an den Rippen noch lebendes Gewebe enthalte, sei nicht richtig: derselbe enthält noch in allen seinen Teilen lebensfrisches Gewebe, welches zwar keine geschlossene Hypodermislage mehr bildet, wohl aber ein zusammenhängendes Netz von regelmäßig verästelten, sternförmigen Zellen, welche in mehr oder minder dichten Querreihen unter den Schuppen hinziehen. »Somit steht der Annahme nichts im Wege, sagt der Autor, daß in den Zellen, welche die Duftschuppen an der Wurzel umgeben, ein ätherisches Öl secerniert werde, welches sodann durch die Schuppen selbst nach außen tritt.« Bei dieser Leitung der Duftsubstanz nach außen muß offenbar die Streifung der Schuppen besonders in Betracht gezogen werden.

Wie bereits bemerkt wurde, hat die Deutung aller Männchenschuppen als Duftschuppen Widerspruch bei verschiedenen Gelehrten hervorgerufen. So ist Dr. Ph. Bertkau der Ansicht, daß man in allen jenen Fällen, wo der Geruch nicht wahrnehmbar ist, zum wenigsten untersuchen muß, ob an der Basis der Schuppe eine Drüse sich befindet. Eine bloß auf die Ähnlichkeit der Stellung und Gestalt gegründete Verallgemeinerung scheint ihm sehr gewagt zu sein. Aus seiner neuesten Mitteilung über diesen Punkt läßt sich aber schließen, daß auch er sich immer mehr der Ansicht Fritz Müller's zuwendet. »Es ist kaum zweifelhaft«, sagt er dort, »daß alle die Duftvorrichtungen, die in den Flügeln angebracht sind, noch kleinere Drüsenzellen enthalten als die erwähnten Sphingiden« (Duftapparat am Abdomen).

Auch Aurivilius bekämpfte die Ansicht Fritz Müller's und zwar vor allem wegen des Mangels entsprechender Drüsen (19). Er glaubt ferner, daß ein Duftorgan bei den Männchen, welches ja keine so große Bedeutung hat, sich nicht so hoch hätte entwickeln können; es sei auch unwahrscheinlich, daß manche Schmetterlinge zwei Duftapparate besitzen, was man annehmen müßte, wenn man auch die Männchenschuppen als einen solchen gelten lassen wollte. Er hielt die Männchenschuppen für ein Empfindungsorgan, ohne weitere Gründe für diese Ansicht anzuführen. Endlich (21) wies er auch darauf hin, daß bei manchen Faltern, wie bei manchen Pieriden, die Männchenschuppen eine außerordentlich hohe Entwickelung zeigen, ein Geruch aber nicht wahrzunehmen ist. Dieser letztere Umstand würde allerdings sehr wenig beweisen, da unsere Nase bei Beurteilung von Gerüchen, die für Schmetterlinge bestimmt sind, wohl keinen Anspruch auf Kompetenz erheben darf. So können wir als Resultat der bisherigen Beobachtungen anführen, daß vielleicht alle, sicher aber ein großer Teil der Männchenschuppen als Duftorgane aufzufassen sind, daß jedoch im ersteren Falle jene Grenze, wo die Männchenschuppe aufhört und die Duftschuppe beginnt, unmöglich schon gezogen werden kann, da zu diesem Behufe noch ausgedehnte Forschungen namentlich auf anatomischem Gebiete notwendig sein werden.

Noch mehr geteilt sind die Ansichten der Forscher bei Beantwortung einer andern Frage, der Frage nach der Entstehung des Duftapparates.

Es ist dabei hauptsächlich der Umstand ins Auge zu fassen, daß die Männchenschuppen in nahe verwandten Familien und Gattungen durchaus nicht konstant vorkommen. Ja nach einer Notiz HAGEN's (22) kämen dieselben nicht einmal bei allen Varietäten ein und derselben Art vor; so bei *Papilio Priamus,* wo sie sich nur bei der Stammart finden, bei den Varietäten aber fehlen. Auch KEFERSTEIN (23) bemerkt bei Gelegenheit einer Abhandlung über die Gattung *Colias* F., daß der mehlige Fleck, der bei manchen Faltern dieser Gattung auf der Oberseite der Hinterflügel vorkommt und aus Männchenschuppen besteht, nicht bei allen Exemplaren derselben Art gefunden werden könne. Dies wäre nun allerdings kein Beweis für die Wichtigkeit der Männchenschuppen. Allein diese Behauptung KEFERSTEIN's ist bereits von ALPHERAKY (24) als irrig hingestellt worden. Dieser sagt ausdrücklich, »daß dort, wo der mehlige Fleck dem männlichen Geschlechte einer Art zukommt, er bei allen Exemplaren konstant und völlig entwickelt vorhanden ist und bei Männchen solcher Arten nie fehlen kann.« Wenn nun auch das Auftreten der Männchenschuppen nicht bis zu dem Grade unbeständig ist, so müssen dieselben dennoch als sehr junge Gebilde und wie MÜLLER sagt »als Anpassung an dieselbe Verrichtung aufgefaßt werden«. FRITZ MÜLLER hat dann versucht, das Prinzip der geschlechtlichen Zuchtwahl, welches CH. DARWIN zur Erklärung der grelleren Männchenfarben benützt hat, auch auf die Männchenschuppen anzuwenden. Man müßte also hier behaupten, daß die Weibchen unter den Männchen immer jenes wählen, welches durch den dem Weibchen angenehmsten und zugleich stärksten Geruch ausgezeichnet ist; auf diese Weise müßte sich dann durch Vererbung die Duftvorrichtung bei den Männchen ausbilden. Allein die von Seite der Weibchen ausgeübte Wahl wird auch von solchen Forschern, die der DARWIN'schen Theorie sonst in allen Punkten beipflichten, auf das entschiedenste in Abrede gestellt. Es hat daher diese Anschauung MÜLLER's, gerade so wie die DARWIN's über die Entstehung der grelleren Farben der Schmetterlingsmännchen, wenig Anhänger gefunden und die Frage nach der Entstehung der Duftwerkzeuge ist bis jetzt noch als eine vollkommen offene und ungelöste zu betrachten.

Überhaupt sind die Männchenschuppen, obwohl nun bereits 50 Jahre seit ihrer Entdeckung und 10 Jahre seit der Klarstellung ihrer Bestimmung verflossen sind, noch durchaus nicht in allen Punkten so beleuchtet, als es wünschenswert wäre; namentlich Spezialbeobachtungen, die uns in den Stand setzen würden, über ihre Verbreitung eine sichere Übersicht zu gewinnen, sind sehr spärlich bekannt geworden; und doch werden nur diese es ermöglichen, daß jene Sätze, die heute noch mit einem zweifelhaften »vielleicht« versehen werden mußten, einst mit vollkommener Bestimmtheit ausgesprochen werden können.

Weit weniger zahlreich als die Duftapparate auf den Flügeln sind jene, welche an den Beinen männlicher Schmetterlinge ihren Sitz haben. Gerade so wie die Männchenschuppen nicht in einer bestimmten Familie, einer bestimmten Gattung konstant vorkommen, wie die Verwandtschaft der Arten auf die Ähnlichkeit und Unähnlichkeit derselben gar keinen Einfluß ausübt, so treffen wir auch den »Schienenpinsel« bei Tagfaltern,

Schwärmern und Nachtfaltern oft unter verwandten Arten verschieden, ebenso oft unter nicht verwandten Arten ähnlich. Da die ganze Duftvorrichtung ihrer äußeren Erscheinung nach nur in einem Büschel oder einem Streifen von Haaren besteht, so kann sie natürlich nicht jene Mannigfaltigkeit der Form aufweisen, die wir bei den Männchenschuppen getroffen haben, welche ja in Gestalt und Stellung von nur sehr wenigen Gesetzen beschränkt zu werden scheinen; und haben wir schon bei diesen bemerkt, daß weniger die Form, als vielmehr die Schutzvorrichtung es ist, welche unser Auge fesselt, so gilt dies in noch höherem Maße von den Haarbüscheln an den Beinen. Sie ist es, welche am meisten variiert und uns geradezu einen Maßstab für die höhere oder niedrigere Entwickelung des ganzen Organes an die Hand gibt.

Was die Stellung dieser Organe betrifft, so sind sie nicht unbedingt an eines der Fußpaare gebunden; der größte Teil findet sich aber immerhin am letzten Fußpaar wie bei verschiedenen Hesperiden und Geometriden. An den Vorderfüßen kommen die Haarpinsel bei den *Catocala*-Arten vor. Das zweite, mittlere Fußpaar scheint nur in seltenen Fällen mit derartigen Organen ausgerüstet zu sein. Unter den einzelnen Teilen des Beines ist es meistens die Tibia, welche den Duftapparat trägt, manchmal auch das Femur.

Konnten wir schon bei manchen Duftapparaten auf den Flügeln mit ziemlicher Sicherheit schließen, daß sie eines Sträubens fähig seien, so ist dies bei den Haarbüscheln an den Beinen, wenigstens bei der großen Mehrheit derselben gewiß der Fall. Wir sehen also auch hier jene beiden Umstände in den Vordergrund treten, welche schon bei den Duftschuppen hervorgehoben wurden, daß die Form des Organes für die Ausströmung eines Duftes, beziehungsweise für die Verdunstung des Riechstoffes sehr günstig ist, daß aber die unzeitige Verdunstung und der unnütze Verbrauch des Riechstoffes dadurch hintan gehalten wird, daß der Haarpinsel zusammengelegt und an das Bein angedrückt ist. Es kommt aber nur sehr selten vor, daß nicht schon die Lage des Pinsels an und für sich denselben von der freien Luft absperrt und vor anderweitigen Störungen und Verletzungen, welche sonst bei der Bewegung des Beines unvermeidlich wären, schützt. Diese Schutzvorrichtung besteht in den meisten Fällen aus einer Rinne, in welche der riechende Haarpinsel hineingelegt wird. In einer besonderen Ausbildung treffen wir diese schützende Umgestaltung des Beines beim Männchen von *Pantherodes pardalaria* Hübn. (25, 26). Die Schienen der männlichen Hinterbeine dieses Spinners zeigen eine ziemlich auffallende Verdickung, die besonders dann in die Augen springt, wenn man sie mit denen des Weibchens vergleicht. Der Haarpinsel ist am dritten Fußpaar an der Basis der Schiene befestigt und nimmt in ausgebreitetem Zustande die Form eines Besens an. Für gewöhnlich aber ist er nicht sichtbar, sondern ruht wohlgeborgen in der rinnenförmig ausgehöhlten Schiene. Die Rinne entspringt am Kniegelenk, wird gegen das Ende des Beines etwas seichter und öffnet sich gegen den Körper des Falters. Sie wird durch große, am Rande derselben stehende Schuppen verdeckt. Eine ganz ähnliche Bildung des Duftapparates zeigen verschiedene Erebiden. Bei vielen von

diesen entspringt der Schienenpinsel zwar ebenfalls am Kniegelenk, aber nicht an der Basis der Tibia, sondern am Ende des Femur. Die Haare legen sich dann in der Ruhelage an das Femur an und dieses erleidet ganz dieselbe Umgestaltung wie vorhin die Tibia.

Eine ziemlich reiche Litteratur haben die Haarbüschel der *Catocala*-Arten hervorgerufen. Dr. Knaggs (27) berichtet im Jahre 1871, daß dieselben bei der genannten Gattung ganz ähnlich auftreten wie bei den Geometriden und Pyraliden. Auch Edwards (28), Kirby (29) und Rudorf (30) waren dieselben aufgefallen. Am ausführlichsten wurde das Organ von Bailey (31) besprochen, welcher über dessen Funktion die allerdings dehnbare und unbestimmte Behauptung aussprach, daß »es eine Art geschlechtlichen Reizes bezwecken könnte«. Bei *Catocala concumbens* — diese hat Bailey speziell im Auge — »ruhen die Haarpinsel geschlossen an den Schenkeln der Vorderbeine und sind, wenn geschlossen, dem Auge geradezu unsichtbar, aufgerichtet spreizen sich jedoch diese Haarbüschel fächerartig aus und es erscheint dann der äußere Rand des Fächers wie mit einer Schere glatt abgeschnitten«. Eine merkwürdige und beachtenswerte Beobachtung machte Bailey in bezug auf das Ausspreizen des Haarbüschels. Sobald er nämlich die Basis des Oberschenkels mit einer Nadel berührte, breitete sich der Haarbüschel aus, hörte die Berührung auf, so legte er sich wieder zusammen. Leider ist in der betreffenden Notiz nicht erwähnt, ob der Einfluß der Berührung sich nur am Haarbüschel bemerkbar machte oder ob sich das ganze Bein ausstreckte. Im letzteren Fall könnte man mit Fritz Müller annehmen, daß das Ausspreizen des Haarbüschels nicht eine unmittelbare Folge eines auf eigens dazu bestimmte Muskeln ausgeübten Reizes war, sondern mittelbar durch ein starkes Ausstrecken des Beines hervorgebracht wurde. Das komplizierteste Duftorgan von allen, die uns überhaupt bei Schmetterlingen bekannt sind, besitzt entschieden *Hepialus Hecta* L. Dr. Philipp Bertkau (32) hat dasselbe zum Gegenstande einer Abhandlung gemacht, in welcher er die Resultate seiner sehr gründlichen und interessanten Untersuchungen mitteilt. Dieses Werk ist das einzige, welches uns über die Anatomie derartiger Duftorgane an den Beinen zu Gebote steht. Das letzte Fußpaar des männlichen Falters ist total umgestaltet, so daß es seiner Bestimmung als Bein gewiß nicht mehr nachzukommen im stande ist. Die Schiene ist nämlich zu einer ganz ungewöhnlichen Dimension angeschwollen und die Chitinhaut an der Außenseite ganz glatt, weder mit Schuppen noch mit Haaren besetzt. Nur in der dem Körper zugewendeten Seite der Schiene findet sich, ebenso wie bei verschiedenen anderen derartigen Organen, eine Vertiefung, deren Ränder mit spärlichen Schuppen bedeckt sind. Die Rinne wird von langen, keulenförmigen, hohlen Schuppen ausgefüllt, die aber nicht vollständig in derselben verborgen liegen, sondern ein Stück über sie hinausragen. Bis hierher hätte nun der Duftapparat an und für sich nichts Ungewöhnliches. Das was ihm aber unser Interesse sichert, ist die Schutzvorrichtung, welche hier nicht nur vom Beine selbst gebildet wird, sondern zu der auch das Abdomen seinen Teil beisteuern muß. Am ersten Leibesringe desselben befindet sich zu beiden Seiten eine Tasche, in welcher der

Schmetterling die eben erwähnten verdickten Schienen bergen und so in äußerst wirksamer Weise die Verdunstung des Riechstoffes verhindern kann. Durch Drücken des Abdomens kann man bewirken, daß diese beiden Säcke blasenähnlich sich ausstülpen. Diese Schutzvorrichtung, die auf den ersten Blick mehr zu bieten scheint, als nötig wäre, ist keineswegs überflüssig. Denn während bei anderen derartigen Duftapparaten der Haarbüschel beweglich und eines Sträubens beziehungsweise Zusammenlegens fähig ist, wird nach BERTKAU's Beobachtungen bei *Hepialus Hecta* ein jedes Haar von zwei Chitinblättchen so eingeschlossen, daß eine Bewegung desselben unmöglich gemacht wird. Die Lage der Haare ist also schon an und für sich eine solche, daß ohne ein Auseinanderspreizen derselben der Riechstoff ausgeströmt wird. Wenn dies verhindert werden soll, ist ein weiterer Schutz des Organes unbedingt nötig. BERTKAU hat auch die Drüsen, welche den Riechstoff absondern, gefunden. Dieselben sind einzellig, flaschenförmig und füllen fast allein den Hohlraum des Beines an, in welchem außer ihnen nur noch Muskeln und ein Tracheenstamm verlaufen. Die an den Seitenwänden stehenden konvergieren an der Oberseite zusammen, die in der Mitte befindlichen durchsetzen fast senkrecht die ganze Dicke des Beines. An ihrem oberen Ende verlängert sich die Drüsenzelle und mündet mit diesem verlängerten Hals in einen großen Hautporus ein, in dem sich eines der erwähnten Schuppenhaare erhebt. Ist so die Bestimmung des in Rede stehenden Organes anatomisch festgestellt, so kann man auch bei manchen Arten einen Geruch unmittelbar wahrnehmen, namentlich wenn das ganze Bein zerdrückt wird. Nach BARRET (33) ist derselbe ähnlich demjenigen der Raupe von *Pap. Machaon.* — Wenn hier die Beschreibung der Duftorgane an den Beinen abgebrochen wird, so soll damit nicht gesagt sein, daß dieses Gebiet bereits erschöpfend behandelt wurde; im Gegenteile, es kommen noch bei vielen Arten, welche im vorausgehenden nicht erwähnt wurden, derartige Organe vor, die aber bis auf unbedeutende Nebenumstände sich durch nichts von den oben behandelten unterscheiden und also zu einer Charakterisierung der Duftorgane im allgemeinen nur wenig beitragen könnten.

Würde uns die Aufgabe gestellt werden, nach Duftapparaten bei den Schmetterlingen zu fahnden, so würden wir, auch ohne daß wir jemals von der Lage derselben etwas gehört hätten, gewiß zuerst am Abdomen suchen. Denn wenn Geruch verbreitende Organe fast in allen Insekten-Gruppen wenigstens bei einzelnen Repräsentanten sich am Abdomen finden, warum sollte gerade der Schmetterling ihrer entbehren? Diese Vermutung würde sich auch bestätigen. Das Abdomen trägt bei den Schmetterlingen nicht nur einen großen Teil jener Duftapparate, welche zum Schutze dienen, nicht nur alle jene, welche den Weibchen eigen sind, sondern auch gar manche männliche Duftapparate. Diese letzteren zeigen eine große Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit, aber immer sind wiederum jene Umstände — hier sogar in hervorragendem Maße — ausgeprägt, welche alle Duftapparate charakterisieren, Schutz vor unnützem Verbrauch des Riechstoffes und Begünstigung einer raschen Verdunstung, wenn der Geruch benötigt wird.

Die Haarpinsel spielen, wie bei der früheren Gruppe von Duftapparaten, so auch hier eine bedeutende Rolle. So bei jenen beiden *Danais*-Arten (16), die uns bereits bei einer andern Gelegenheit begegnet sind, bei *Dan. Gilippus* Cr. und *Dan. Erippus* Cr. Zwischen dem 8. und 9. Leibesring besitzt das Männchen dieser beiden Arten einen Sack oder eine Tasche, welche man, wenn sie geschlossen ist, absolut nicht wahrnehmen kann, da sie mit einem dichten Haarpelz überzogen ist. Drückt man aber den Hinterleib, so streckt der Falter zwei große, kugelförmige Haarbüschel hervor, die einen deutlichen Geruch verbreiten.

Dieselbe Einrichtung wie bei den beiden genannten Arten traf Burgess (34) bei *Dan. Archippus* Fabr.

Bei *Ichomia* und ihren Stammverwandten treffen wir die beachtenswerte Erscheinung, daß sich ein Duftapparat auf den Flügeln und einer an den Beinen gegenseitig ersetzen. Die meisten hierher gehörigen Gattungen sind durch einen Haarbusch auf den Flügeln ausgezeichnet; andere, denen dieser fehlt, besitzen am Abdomen zwei hervorstülpbare mit Haaren besetzte Wülste. Einen auffallenden Duftapparat besitzen nach dem Berichte Müller's die meisten Glaukopiden (9). Sie vermögen aus dem Hinterleibe zwei sehr lange, mit Haaren und Fransen besetzte Fäden hervorzustrecken, welche einen widerlichen Geruch verbreiten. Dieselbe Form zeigt der Duftapparat bei einer Motte *(Cryptolechia)*. Ziemlich häufig treten diese Organe in der Gestalt von ähnlichen Wülsten auf, wie sie bereits bei Besprechung der schützenden Duftapparate erwähnt wurden. So bei einer Riesengattung der Tropenzone, deren glänzende, prächtige Farben schon manches Sammlers Auge in Entzücken versetzt haben, bei den *Morpho*-Arten (11). Die Männchen derselben besitzen die oben erwähnten Wülste, welche bei ihnen mit dichten Haaren besetzt sind, am Ende des Abdomens und haben es in ihrer Gewalt, dieselben auszustrecken oder einzuziehen. Der Geruch, welcher ihnen entströmt, ist sehr deutlich; bei manchen *(M. Adonis* und *M. Cytheris)* vanilleähnlich. Die Zygänen, die Stammverwandten der oben genannten Glaukopiden, besitzen »einen honigduftenden Reizapparat am letzten Hinterleibsringe zu beiden Seiten der Zange in Gestalt zweier wohlgefüllter Blasen mit darauf befindlichen Haarschuppen.« Nach einer Notiz Kheil's (36) kommen derartige »riechende Wülste« auch bei den Männchen von *Doritis Mnemosyne* vor. Besonders reichlich sind die Männchen von *Didonis Biblis* mit Duftapparaten ausgerüstet. Sie besitzen einen Männchenfleck an der Unterseite der Vorderflügel mit starkem moschusartigem Geruch, außerdem aber noch zwei Duftvorrichtungen am Abdomen. Zwei mit Haaren bedeckte Wülste zwischen dem 4. und 5. Leibesring werden sofort beim Fangen des Männchens sichtbar; denn sie strömen einen schützenden, äußerst widerlichen Geruch aus. Diese beiden Wülste sind auch beim Weibchen, wenn auch in geringerer Ausbildung vorhanden. Der Geruch, welchen diese verbreiten, stimmt vollkommen mit dem der Männchen überein. Dieser Duftapparat trägt also alle Merkmale eines schützenden Organes an sich. Die Männchen besitzen aber zwischen dem 5. und 6. Leibesringe noch zwei weitere Wülste, deren Hervortreten man nur durch Drücken des Hinterleibes bewirken kann. Ihre Ober-

fläche ist mit längeren aufgerichteten Haaren besetzt. Der Geruch derselben ist angenehm, heliotropartig. Müller glaubt, daß sie nicht bloß als Duftvorrichtung von Bedeutung sind, sondern auch »als Zierrat das Wohlgefallen der Weibchen erregen«.

Unter allen Duftapparaten, die sich am Abdomen finden, ja vielleicht unter allen Duftapparaten überhaupt, zeigen jene, welche bei den Sphingiden vorkommen, die größte Vollkommenheit in der Ausbildung. Obwohl man schon lange bemerkt hatte, daß Windenschwärmer und Ligusterschwärmer einen Moschusgeruch verbreiten, blieb die Stelle, von welcher derselbe ausging, doch lange unbekannt. Wie aus Bertkau's »entomologische Miscellen« (37) zu ersehen ist, haben diese Organe eine eigene, selbständige Entdeckungsgeschichte durchgemacht. Godart und Ghiliani erwähnen zuerst den in Rede stehenden Geruch des Winden- und Ligusterschwärmers (Catalogue des États Sardes). Girard (38) entdeckte, daß derselbe nur beim männlichen Geschlechte vorkomme. Genauer untersucht wurde das Duftorgan von Stefanelli (39) und Targioni-Tozzetti (40). In Deutschland wurde die Kenntnis desselben erst durch die Mitteilungen Fritz Müller's (41), Reichenau's (42) und Fugner's (43) verbreitet.

Müller bemerkte zuerst an einer kleinen *Sphinx*-Art einen starken Geruch, welcher von zwei an der Basis des Abdomens gelegenen Haarbüscheln ausging und besonders dann stark hervortrat, wenn das Tier mit den Flügeln schwirrte. Sobald sich die Erregung desselben wieder legte, verschwanden die Haarbüschel in einer Falte am ersten Hinterleibsring. Diese Lage des Duftapparates stimmt bei fast allen Sphingiden überein. Auch unsere beiden größten *Sphinx*-Arten, *Sph. ligustri* und *Sph. convolvuli,* besitzen ihn an der genannten Stelle. Eine genauere Beschreibung des Duftapparates bei *Sph. ligustri,* welche wohl auf die meisten *Sphinx*-Arten ziemlich passen dürfte, lieferte Reichenau. Die Bindehaut zwischen der Dorsal- und Ventralplatte des ersten Hinterleibsringes zeigt eine Falte, in welcher die Dufthaare, solange der Schmetterling sich in Ruhe befindet, verstrickt sind. Bringt man aber den Falter zum Schwirren (durch Weingeistgeruch), so öffnet sich die Falte und es breitet sich ein Büschel weißlicher Haare aus. Diese befinden sich selbst in einer unruhigen Bewegung, der Sack öffnet sich bald mehr bald weniger, und dabei ist der Moschusgeruch nicht nur in der nächsten Nähe, sondern noch in der Entfernung von einem halben Meter wahrnehmbar. Was die Anatomie dieses Apparates betrifft, so hatte schon Targioni-Tozzetti die Drüsenzellen gesehen. Reichenau spricht von einem Sacke, welcher einerseits die Riechsubstanz enthält und anderseits zur Bewegung der Haare dadurch beiträgt, daß er mit Hilfe von Muskeln mehr oder weniger gestreckt werden kann. Da nun die Dufthaare, welche in denselben eingesetzt sind, kleine Kapillarröhren enthalten, so hat das Strecken beziehungsweise Zusammendrücken dieses Sackes natürlich das Hervortreten der Riechsubstanz zur Folge. Erschlaffen die Muskeln, so schließt sich die Falte und die Haare legen sich der Länge nach in Form einer Rute in dieselbe.

Der Duftapparat des Totenkopfes unterscheidet sich äußerlich nur

wenig von dem der echten *Sphinx*-Arten. Zwei Umstände aber sind es, welche es nötig machen, noch einiges über ihn zu sprechen, da er nämlich in anatomischer Hinsicht von dem eben beschriebenen abweicht, und dann, weil er gerade in letzter Zeit eine Deutung erfahren hat, welche sein Dasein in dieser Arbeit als ungerechtfertigt hinstellen würde. Die obengenannte Arbeit BERTKAU's ermöglicht es, auch hier einige Litteraturangaben aus älterer Zeit vorauszuschicken. LOREY (44) hat das in Rede stehende Organ zuerst gesehen und als Zirporgan betrachtet. Diese Deutung behielt auch GOUREAU (45) anfänglich bei, mußte sie aber später aufgeben, da er diese Organe natürlich nur bei manchen Exemplaren, den Männchen, fand, während die Tonerzeugung ja nicht ausschließliches Eigentum des männlichen Geschlechtes ist. PASSERINI endlich erkannte das Organ als sekundären männlichen Geschlechtscharakter. Die neuesten Arbeiten, in welchen der Duftapparat von *Acherontia Atropos* behandelt wird, sind die von C. HALL (46), ARNHART (47), HAASE (48) und BERTKAU (37). Das Duftorgan befindet sich gerade so wie bei den *Sphinx*-Arten an der Basis des Abdomens in einer Falte, welche durch die Verbindungshaut von Ventral- und Dorsalplatten gebildet wird. Sie erstreckt sich über die ersten zwei Leibesringe und ist durch das Ineinandergreifen der Ränder äußerst fest geschlossen. Am vordern Ende dieser Falte entspringt ein Haarbüschel, welcher, wie bei den *Sphinx*-Arten, solange der Schmetterling sich in Ruhe befindet, in der Falte verborgen ist, sobald er in Erregung gerät, sich ausspreizt. ARNHART und HAASE haben diesem Organe den Charakter als Duftapparat abgesprochen. HAASE wurde dazu durch das negative Resultat bewogen, zu dem er beim Aufsuchen entsprechender Drüsen gelangte, ARNHART sagt direkt, daß er das Organ für ein Kitzelorgan halte, »was um so wahrscheinlicher wird, wenn man beobachtet, daß einerseits die entsprechende Stelle am Rücken des Weibchens neben den Schuppen noch mit weichen, schwer wegbürstbaren Borsten besetzt ist, welche zu den längsten des Körpers zählen, anderseits die Empfindlichkeit des oberen Rückens wegen der zahlreichen darunter liegenden Ganglien angenommen werden kann.« BERTKAU hat nun ebenfalls nach Drüsen gesucht und wirklich solche gefunden, allerdings an einer Stelle, von der wir es nicht vermuten würden. An der Einsatzstelle des großen Haarbüschels, der durch einen kräftigen Muskel bewegt werden kann, ist keine Spur von Drüsen vorhanden. Sie befinden sich vielmehr in der Tiefe der Falte, sind sämtlich einzellig und münden mit einem dünnen Halse in einen Hautporus, in welchen ein kurzes, am Ende zerschnittenes Schuppenhaar eingefügt ist. Wir haben also hier einen Fall, der von den früher beschriebenen gänzlich abweicht, wo der Haarbüschel an und für sich nur die Bedeutung einer Schutzvorrichtung hat, während die eigentlichen Dufthaare durch das Ausspreizen desselben mit der freien Luft in Berührung kommen und den Duft ausströmen.

Der Geruch, den die Duftorgane der Sphingiden verbreiten, ist häufig moschusartig, manchmal aber auch für unseren Geruchsinn unangenehm. So bemerkte MÜLLER (49) bei *Macrosilia Antaeus* einen Geruch, der viel an den der Beutelratte erinnert.

Schließlich dürfte es wohl angezeigt sein, einiges über die Verbreitung

der verschiedenen männlichen Duftapparate zu sagen. Allein wie wir schon früher die Wahrnehmung machten, daß in den einzelnen Gattungen das Auftreten der Männchenschuppen durchaus nicht regelmäßig und konstant ist, so verhält es sich auch bei der Verteilung der Duftapparate im großen und ganzen. Daß die Duftschuppen zum größten Teile bei Tagschmetterlingen vorkommen, kann man nach den bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen mit ziemlicher Sicherheit behaupten. Jedoch sind die Nachtfalter von ihrem Besitze keineswegs gänzlich ausgeschlossen. So tragen die Männchen von *Calesia auriflua* »einen mächtigen Haarbusch auf der Oberseite der Vorderflügel«. Die beiden anderen Gruppen von männlichen Duftapparaten, welche an den Beinen und am Abdomen ihren Sitz haben, scheinen wiederum fast ausschließlich den Heteroceren eigentümlich zu sein. Um aber zu sehen, daß auch dies nicht ausnahmslos richtig ist, braucht man nur an die *Hesperia*-Arten zu denken, deren Beine mit einem wohlentwickelten Haarpinsel ausgerüstet sind. Sie zeigen also auch in bezug auf die Duftapparate eine starke Hinneigung zu den Heteroceren. Auch in anderer Hinsicht sind die Hesperiden hochinteressant. Sie besitzen nämlich außer diesem Haarbüschel an den Beinen noch einen Kostalumschlag, also zwei entschiedene Duftapparate. Ähnliches wurde von *Didonis Biblis* bereits oben erwähnt. Ist es wohl denkbar, daß beide Duftvorrichtungen ganz dieselbe Funktion ausüben, daß sie beide zur geschlechtlichen Reizung dienen und daß jede sich zu einer nicht geringen Ausbildung entwickelt hätte? Es sind dies Fragen, deren Lösung mit unabschätzbaren Schwierigkeiten und Mühen verbunden ist. Allein die Geheimnisse des Geschlechtslebens sind Faktoren, welche unermüdlicher Beobachtungen würdig sind; denn mit ihnen muß die Entwickelungslehre immer rechnen, mögen sie auch noch so unbedeutend und geringfügig scheinen.

Litteratur.

1) Fritz Müller: „Die Maracujáfalter." Zeitschr. für wissensch. Zoologie. XXX. p. 167.

2) St. Klemensiewicz: Zur näheren Kenntnis der Hautdrüsen bei den Raupen und bei *Malachius*. Verh. der k. k. zool.-bot. Ges. Wien. XXXII. 1882. p. 459—474. Taf. XXI—XXII.

3) Wilh. von Reichenau: „Über den Ursprung der sekundären männlichen Geschlechtscharaktere insbesondere bei Blatthornkäfern." Kosmos, 10. Bd. p. 172.

4) „Observationes circa viventia, quae in rebus non viventibus reperiuntur. Cum Micrographia curiosa sive rerum minutissimarum observationibus, quae ope Microscopii ad vivum exprimuntur etc." Romae 1691.

5) M. Bernard Deschamps: „Recherches microscopiques sur l'organisation des ailes des Lépidoptères." Ann. des sciences 1835. 2 Série. T. III. p. 111.

6) J. Watson: „On certain Scales of some Diurnal Lepidoptera." Memoirs of the Lit. and Philos. Society Manchester Ser. III. Vol. 2. 1868. p. 63.

J. Watson: „On the microscopical examination of Plumules etc." The Entomologist's Monthly Magaz. Vol. 2. 1865. p. 1.

7) J. Watson: „On the Plumules or Battledoor Scales of Lycaenidae." Mem. of the Lit. and Philos. Society Manchester Ser. III. Vol. 3. 1869. p. 128.

J. Watson: „Further Remarks on the Plumules or Battledoor Scales of some of the Lepidoptera." Ibid. p. 259.

8) J. Anthony: „The Markings on the Battledoor Scales of some of the Lepidoptera.“ Monthly Microsc. Journ. Vol. VII. 1872. p. 1.

J. Anthony: „Structure of Battledoor Scales.“ Ibid. p. 250.

9) Dr. Fritz Müller: „Über Haarpinsel, Filzflecke und ähnliche Gebilde auf den Flügeln männlicher Schmetterlinge.“ Jenaische Zeitschr. für Naturw. XI. 1877. p. 99.

10) Chr. Aurivilius: Über sekundäre Geschlechtscharaktere nordischer Tagfalter.“ Bihang till kongl. Svenska Vetenskaps-Akadem. Handl. Bd. 5. No. 25.

11) Dr. Fritz Müller: „Beobachtungen an brasilianischen Schmetterlingen (I, 2. Die Duftschuppen der männlichen Maracujafalter).“ Kosmos 1. Bd. p. 388.

12) Dr. Fr. Müller: „Beobachtungen an brasilianischen Schmetterlingen (II. Die Duftschuppen des Männchens von *Dione Vanillae*).“ Kosmos 2. Bd. p. 38.

13) Dr. Feder. Müller: „A pregacostal das Hesperideas.“ Arch. do Mus. Nacion. do Rio de Janeiro Vol. III. 1878. p. 41

14) Dr. F. Müller: „Os orgaos odoriferos da *Antirrhaea Archaea* Hübner.“ Ibid. p. 1.

15) Duponchel: „Cat. méth. des lépid. d'Europe.“

16) Dr. F. Müller: „As Maculas sexuaes dos individuos masculinos das Especies *Danais Erippus* e *D. Gilippus*.“ Arch. do Mus. Nac. do Rio de Janeiro. Vol. II. p. 25.

17) Kosmos 3. Bd. p. 178.

18) Zool. Anzeiger I. p. 32.

19) Aurivilius: „Des caractères secondaires chez les papillons diurnes.“ Entom. Tidskrift 1880. p. 163.

20) Dr. Weismann: „Über Duftschuppen.“ Zool. Anzeiger. I. p. 98.

21) Aurivilius: Anteckningar om nagra skandinaviska fiarilurter-iu.“ Entom. Tidskr. 4. Bd. p. 33—37.

22) Nature. Vol. 28. p. 244.

23) A. Keferstein: „Über die Tagschmetterlings-Gattung *Colias* F.“ Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Ges. Wien XXXII. 1882. p. 449.

24) Alpheraky: „Über die Gattung *Colias*.“ Stett. entom. Zeit. 44. Bd.

25) Fed. Müller: „Os orgaos odoriferos nas pernas de certos Lepidopteros.“ Arch. do Mus. Nac. do Rio de Janeiro. Vol. II. p. 38.

26) Fr. Müller: „Wo hat der Moschusduft der Schwärmer seinen Sitz.“ Kosmos 3. Bd.

27) Entomologist Annual 1871 (Entom. Nachr. 1882. No. 20).

28) Henry Edwards: „Fans on the feet of Catocaline Moths.“ Papilio. Vol. II. p. 146.

29) W. Kirby: „Fans on the forelegs of *Catocala fraxini*.“ Ibid. p. 84.

30) Berliner entom. Zeit. 25. Bd. p. 297.

31) J. S. Bailey: „Femoral Tufts or pencils of hair in certain Catocalae.“ Papilio. Vol. II. p. 51.

Bailey: „Über Haarbüschel der nordamerikanischen *Catocala concumbens*.“ Stett. entom. Zeit. 43. Bd. p. 392.

32) Entom. Nachr. 1879. No. 17. „Duftapparate an Schmetterlingsbeinen.“ Arch. für Naturg. 48. Jg. p. 363; Dr. Ph. Bertkau: „Über den Duftapparat von *Hepialus Hecta*.“

33) Barret: „Odour emitted by the male of *Hepialus Hectus*.“ Entom. Monthly Mag. Vol. 18.

34) Burgéss: „Contributions to the anatomy of the Milk-Weed Butterfly *Danais Archippus* Fabr.“ Anniversary Memoirs Boston Soc. Nat. Hist. 1880.

35) Reichenau: „Die Duftorgane des männlichen Ligusterschwärmers.“ Kosmos 7. Bd.

36) Entom. Nachr. 1878. p. 83.

37) Dr. Ph. Bertkau: „Entomologische Miscellen.“ Verh. des naturhist. Ver. der preuss. Rheinlande und Westf. 1884. p. 343.

38) Bull. Soc. Entom. de France. 1867. p. XLVII.

39) Bull. Soc. Entom. Ital. II. 1870. p. 258.

40) Ibid. p. 358.

41) Fritz Müller: „Wo hat der Moschusduft der Schwärmer seinen Sitz.“ Kosmos 3. Bd.

42) „Duftapparat bei *Sphinx ligustri.*“ Kosmos 7; Reichenau: „Die Duftorgane des männlichen Ligusterschwärmers.“ Entom. Nachr. 1880. No. 13 u. 14.

43) R. Fügner: „Duftapparat bei *Sphinx ligustri.*“ Entom. Nachr. 1880. p. 166.

44) Cuvier: Règne animal. t. V. p. 390.

45) Goureau: „Essai sur la stridulation des Insectes.“ Annales de la Soc. Entom. de France VI. 1837. p. 66.

46) C. Hall: „Peculiar odour emitted by *Acherontia Atropos.*“ Entomologist Vol. 16. p. 14.

47) L. Arnhart: „Sekundäre Geschlechtscharaktere von *Acherontia Atropos.*“ Verh. der k. k. zool.-bot. Ges. Wien 1879. Vol. 29. p. 54.

48) Dr. Erich Haase: „Über sexuelle Geschlechtsunterschiede.“ Zeitschr. für Entomologie, neue Folge. 9. Heft. p. 15—19.

49) Fr. Müller: „In Blumen gefangene Schwärmer.“ Kosmos 3. p. 178.

Dr. E. Haase's Aufsatz „zur Kenntnis der sexuellen Charaktere bei Schmetterlingen“ in Breslau. Entomolog. Zeitschr. N. F. 10. Heft 1885 p. 36 ff. ist mir eben erst zugekommen und konnte daher hier nicht mehr berücksichtigt werden.

Zur Kenntnis der brasilianischen Mäuse und Mäuseplagen.

Von

Dr. H. von Ihering (Rio Grande, Brasilien).

(Mit 2 Holzschnitten.)

Es ist bekannt, daß die Tierwelt Südamerikas nicht nur eine große Menge ihr eigentümlicher Typen enthält, sondern unter den kosmopolitischen Ordnungen auch Familien, welche diesem Teil der Erde ausschließlich zukommen, wie z. B. die der platyrhinen Affen, welche außer der breiten Nasenscheidewand ein charakteristisches Kennzeichen im Besitz von jederseits sechs Backzähnen haben, während allen übrigen Affen deren nur je fünf eigen sind. In ähnlicher Weise sind auch die Mäuse der neuen Welt am Gebiß von jenen der östlichen Hemisphäre zu unterscheiden. Die altweltlichen Murinen haben auf den Oberkieferzähnen drei zu Querwülsten aneinander gefügte Höckerreihen, die neuweltlichen aber zwei solche auf der Kaufläche. Bei jenen sind die vom Umfang der Zahnkrone gegen deren Mitte gerichteten Schmelzfalten symmetrisch gestellt und zu Querlamellen verschmolzen, bei letzteren treffen sie nicht auf einander, sondern stehen alternierend.

Damit ist im wesentlichen die Differenz zwischen den altweltlichen Murinen und denen der neuen Welt oder der Sigmodonten gekennzeichnet. Die letzteren sind, von einigen anderen auf nur wenige Arten begründeten Gattungen abgesehen, im wesentlichen alle Angehörige des großen in eine Menge von Untergattungen zerfallenden Genus *Hesperomys.*

Auf letztere Gattung werde ich auch im folgenden ausschließlich bezug nehmen, weil so viel bis jetzt bekannt sie allein der südbrasilianischen Fauna angehört.

Die artenreiche Gattung *Hesperomys* ist in der Provinz Rio Grande do Sul reichlich vertreten. R. Hensel [1] sammelte deren 10 Arten. Die Bearbeitung durch Hensel ist wohl nicht als abschließend zu betrachten, manche Arten mußte er selbst als unsicher bestimmt bezeichnen, wie denn wohl die Systematik und vor allem die Synonymie dieser Gruppe noch viel zu wünschen übrig läßt. Diesem Mißstande dürfte für die Rio Grande-Arten bald abgeholfen werden durch die Bearbeitung des von mir gesammelten Materiales durch die Herren Prof. W. Leche und O. Thomas, welch letzterem im Britischen Museum die Typen von Waterhouse zur Verfügung stehen. Außer den von Hensel erbeuteten Arten sammelte ich noch *H. rufus* Desm. und *H. bimaculatus* Waterh. Letztere Art traf ich bei der Stadt Rio Grande, wo sie in den sandigen Hügeln in der Nähe der Stadt vorkommt. Das Tier baut eine horizontale, fast 2 m lange Röhre in den Hügel, welche sich am Ende in eine geräumige Kammer erweitert. In diesem mit trockenem Heu ausgefüllten Gemache erbeutete ich das wohl des Winters wegen ruhende Pärchen. Alle anderen geöffneten Bauten waren leer. Ich erwähne als Kuriosum hier nebenbei, daß wir bei diesem Nachgraben einen Tatu *(Dasypus novemcinctus)* aufstörten, dem wir, als er sich in dem lockeren Boden weiterwühlte, nachstellten, ohne seiner habhaft werden zu können, weil die Arbeit meines Dieners wegen der zu entfernenden vielen Erde zu langsam von der Stelle rückte.

Wenn nun auch von Hensel und mir eine an Arten wie Individuen sehr reiche Ausbeute an *Hesperomys* in Rio Grande d. S. aufgebracht wurde, so wäre es doch verkehrt, zu glauben, daß die Beschaffung dieser Mäuse und Ratten leicht sei. Ich erinnere nur daran, daß ein so erfahrener Reisender wie Prinz Wied nur eine einzige Art in Brasilien erlangen konnte. In manchen scheinbar günstigen Gegenden erhält man nur sehr geringe Ausbeute oder gar keine. So auch hier in der auf einem nur wenige hundert Meter hohen waldüberzogenen Gebirge, der Serra dos Taipes, gelegenen Kolonie S. Lourenço, während die Kolonie Mundo novo mit diesen kleinen Säugern sehr viel reichlicher ausgestattet ist. Zu sehen bekommt man aber von diesen Tieren und ihrem Treiben kaum etwas, sie scheinen in der Regel nur nachts ihrer Nahrung nachzugehen. Ich kann daher auch über ihre Lebensweise nur wenig berichten. In der Nahrung sind sie nicht wählerisch, wohl so ziemlich omnivor, da Hensel als Köder immer Fleisch verwandte, indes meine kleinen Jäger ihre Fallen nur mit Maiskörnern versahen. Groß ist die Zahl ihrer Feinde. Den *Bothrops atrox* habe ich hier selten geöffnet, ohne Reste von *Hesperomys* in ihm zu finden, d. h. wenn überhaupt Nahrung noch im Darmkanal enthalten war. Einmal traf ich Magen und Darm damit fast ganz erfüllt. Die schlimmsten Feinde der *Hesperomys*-Arten sind hier in der Kolonie S. Lourenço ohne Zweifel die Tigerkatzen

[1] R. Hensel, Beiträge zur Kenntnis der Säugetiere Südbrasiliens. Berlin 1872.

(*Felis Geoffroyi* d'Orb.), welche oft große Quantitäten von Mäusen enthielten. Auch der Fuchs (*Canis Azarae*) vertilgt viele *Hesperomys*. Mit Rücksicht auf die ebenerwähnte Tigerkatze bemerke ich, daß ich dieselbe mit Burmeister[1] für identisch mit *Felis guigna* Mal. halte. Als solche hat sie Hensel beschrieben, der für eine feinfleckigere Varietät derselben eine natürlich einzuziehende n. sp. *F. guttula* aufstellte. Auch hier kommen Individuen mit zahlreicheren Tupfen vor und solche mit gröberen Flecken, wobei, soviel ich bis jetzt sehen kann, letztere den ♂, jene den ♀ zukommen.

Wie schon bemerkt, bilden die Differenzen im Gebiß das einzige durchgreifende Unterscheidungsmerkmal zwischen *Mus* und *Hesperomys*. In den systematischen Werken sind daneben noch mancherlei andere aufgeführt, die dem Habitus und den relativen Größenverhältnissen von Kopf, Ohren, Schwanz, Pfoten u. s. w. entnommen sind, allein dieselben haben sämtlich keinen oder nur untergeordneten Wert. Giebel gibt zwar an, daß die Zahl der Sohlenballen am Vorderfuße bei *Mus* sich auf 4, bei *Hesperomys* auf 5 belaufe. Das ist aber ein Irrtum. Beide Gattungen haben deren 5 am vordern, 6 am hintern Fuße. Ich habe mich nun bemüht, noch andere Differenzen ausfindig zu machen, um sogleich bei äußerlicher Inspektion eines Tieres die Gattung erkennen zu können, ohne daß man erst den Schädel präparieren, resp. das Gebiß untersuchen müßte, dessen Bedeutung für die Bestimmung ohnehin in dem Maße verliert, als es durch Abnutzung seiner charakteristischen Teile beraubt wird. Solche Unterschiede existieren nun wirklich, sie liegen beim Weibchen in der Zahl und Anordnung der Zitzen, beim Männchen im Baue des Penis. Beides soll im folgenden näher bezeichnet werden.

Die Arten der Gattung *Mus* besitzen 10 Paar Zitzen, so wenigstens ist es die Regel, von der nur wenige Arten durch noch höhere Zahl derselben eine Ausnahme bilden. Unter den Sigmodonten hat so viel bis jetzt bekannt nur die Gattung *Sigmodon* 10 Zitzen, alle anderen weniger, so namentlich also auch *Hesperomys*. Bei den zahlreichen Arten letzterer Gattung sind stets zwei Paar inguinaler Zitzen vorhanden, wogegen die Zahl der thorakalen zwischen 0 — 2 variiert. Bis jetzt ist mir nicht bekannt, daß eine *Hesperomys*-Art von Rio Grande eine andere Zitzenformel als 2 — 2 besitze, wie ich es namentlich auch für *Oxymycterus* hier konstatieren möchte. O. Thomas[2] hat das Verdienst, diesen Punkt in seiner Bedeutung für die Systematik klar gelegt und verwertet zu haben; vermutlich werden sich bei größerer Ausdehnung der Beobachtungsgrundlage die bezüglichen Ergebnisse auch für die geographische Verbreitung als beachtenswert herausstellen. Die geringere Zahl der Zitzen liefert mithin ein bequemes Hilfsmittel zur sofortigen Unterscheidung von *Mus* und *Hesperomys*.

In gleicher Weise liefert nun der Penis ein bequemes Erkennungszeichen zur raschen Unterscheidung der männlichen Tiere beider Gatt-

[1] H. Burmeister, Description physique de la République argentine. Tome III, Animaux vertébrés. Buenos Ayres 1879. p. 124 ff.

[2] cf. Proceed. Zoolog. Soc. 1881 p. 531 und 1882 p. 101.

ungen. Bei *Mus* trägt die Eichel auf ihrer Spitze einen geraden, von einem Knorpelstabe gestützten Griffel, bei *Hesperomys* einen komplizierteren, aus drei leicht gebogenen fingerförmigen Fortsätzen bestehenden Apparat.

Bei *Mus musculus* besteht folgendes durch die untenstehende Abbildung erläuterte Verhältnis. Das mit in Längsreihen stehenden Stacheln besetzte Integument des vorderen Teiles des Penis ist zum Teil an der dorsalen Seite des Präparates entfernt, um den Penisknochen zu zeigen. Derselbe endet nach hinten verdickt, ist flach und nach vorn verschmälert.

Seinem distalen, der Spitze der Glans anliegenden Ende sitzt ein kurzer, kräftiger Knorpelstab auf, der vom Integument überzogen und am freien Ende eingekerbt ist. Zu jeder Seite desselben steht auf der Glans je ein feiner Hautzipfel. Auch an der ventralen Seite des Orificium urethrae befindet sich ein in 2 Zipfel auslaufender Lappen. Der Penisknochen hebt sich vom Vorderende des Corpus cavernosum penis ab, dem er dorsal mit seiner Basis auflagert.

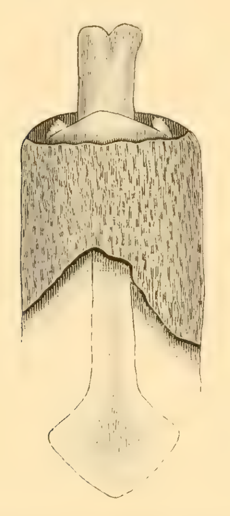


Fig. 1. Penis von *Mus musculus*.

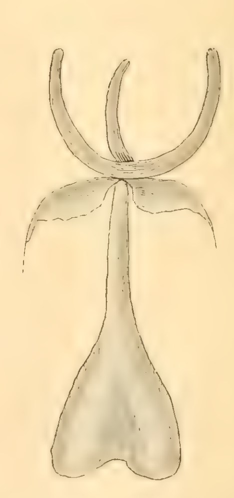


Fig. 2. Penisknochen und Knorpelspangen von *Hesperomys squamipes*.

Ganz übereinstimmend ist die Glans bei *Mus decumanus* beschaffen, der Knorpelgriffel ist aber kräftiger, seitlich komprimiert, nach vorne zugespitzt und mit medianer Crista versehen.

Die andere Zeichnung stellt den Penisknochen und seinen Aufsatz von *Hesperomys squamipes* dar. Die fingerförmigen Fortsätze enthalten je einen kräftigen Knorpel in der Achse und sind leicht konzentrisch gekrümmt, so daß eine Art Zange entsteht, doch habe ich diesen Ausdruck vermieden, weil beim Mangel von Muskeln eine Bewegung der Teile ausgeschlossen ist. Der mittlere Fortsatz ist der dorsale, die beiden andern hängen basal zusammen, im ganzen einen hufeisenförmigen Körper bildend. Hautlappen sind im übrigen auf der auch hier stachelbesetzten Glans

nicht vorhanden, wohl aber die beiden in je zwei Zipfel gespaltenen Lappen am ventralen Rande des Orificium urethrae. Genau ebenso fand ich den Penis bei *H. arenicola* Waterh. und *flavescens* Waterh. Dagegen findet sich bei *H. (Oxymycterus) nasutus* Waterh. und *rufus* Desm. insofern eine Differenz, als die seitlichen Schenkel kürzer, dicker und dem mittleren Fortsatz angelagert sind.

Nach den Ergebnissen dieser vergleichenden Untersuchung dürfte es wohl sehr wahrscheinlich sein, daß in diesen Differenzen charakteristische Unterscheidungsmerkmale von *Mus* und *Hesperomys* gegeben sind. Ich denke, daß die beiden nahe der Basis des Knorpelgriffels stehenden Hautzacken, welche wir bei der Hausmaus und der Wanderratte antrafen, als Homologa der seitlichen Fortsätze an der Glans von *Hesperomys* zu deuten sind.

Wie in diesem Falle, so wird meiner Überzeugung nach überhaupt die Beschaffenheit des Penis für die Systematik der Säugetiere noch viele brauchbare Anhaltspunkte geben können, auch in vergleichend anatomischer Hinsicht wird sich das Thema als sehr ergiebig erweisen. Eine Ansicht, die sich mir anfangs aufdrängte und wonach ein wesentlicher Gegensatz bestehen würde zwischen den echten langen Penisknochen der meisten Raubtiere und den fast nur auf die Glans beschränkten der Nager, dürfte nicht zu halten sein, weil z. B. auch *Felis* nur einen kleinen auf den vorderen Penisteil beschränkten Knochen besitzt. Immerhin bleiben hier weitere Untersuchungen abzuwarten, um namentlich auch das Verhältnis des Knochens zum Corpus cavernosum penis klar zu legen. Auffallend ist z. B. in dieser Hinsicht das Verhalten bei *Sciurus aestuans*, wo die dicke fibröse Hülle des Corpus cavernosum sich in toto in den Knochen fortsetzt, der anfangs noch von der äußern Grenzmembran des Corpus cavernosum überzogen ist, also wie eine Einlagerung in jenes erscheint und dementsprechend auch hinten offen und hohl ist. Bei andern Nagern aber trifft man das Corpus cavernosum als selbständigen Teil zwischen dem Knochen und der Urethra erhalten. Auch das Verhältnis der Sehne des Rückziehmuskels der Glans, resp. die Verbreitung dieses Retraktors wäre zu studieren. Kurz es erscheint endlich geboten, diesem so sehr vernachlässigten Gebiete die Aufmerksamkeit zu teil werden zu lassen, welche es nicht nur im Interesse der vergleichenden Anatomie, sondern auch in jenem der Systematik verdient.

Wie bereits oben erwähnt wurde, ist zur Zeit die Ausbeute, welche man an *Hesperomys* in der Kolonie S. Lourenço erhalten kann, weder an Arten noch an Individuenzahl eine große. Um so auffälliger ist die Erscheinung, welche sich hier vor einer Anzahl Jahren abspielte, indem eine ins unglaubliche gehende Vermehrung der Mäuse zu einer großen Kalamität wurde. Es war im Jahre 1876, als im Mai und Juni plötzlich die sonst kaum zu bemerkenden Mäuse in einer enormen Weise überhand nahmen. Ganz besonders machte sich ihre Wirksamkeit in den Pflanzungen geltend, wo sie an den Maisstengeln emporklimmend in den reifen Kolben reichliche Nahrung fanden. Alle Bewohner der Kolonie, welche die Zeit mit durchmachten, schildern den überraschenden Eindruck, den die lebendig gewordenen Pflanzungen machten, das Knistern und Rascheln in der geplünderten Plantage. Natürlich hatte dies schwere

Verluste zur Folge. Ein Kolonist erzählte mir, er habe damals mit seinem Vater zusammen auf einmal den ganzen Rest der Ernte heimgetragen, die noch kurze Zeit zuvor mehrere Wagen würde gefüllt haben. Die Kolonisten haben die Gewohnheit, den reifen Mais im Felde stehen zu lassen. Wenn der obere Teil des Stengels umgeknickt wird, so daß der Kolben nach abwärts hängt, ist er sowohl gegen den Regen als auch gegen die Papageien geschützt, da letztere, unter denen besonders die Periguitten (*Conurus vittatus* Shaw) freche Räuber sind, die Kolben nur angreifen, solange sie noch steif am ungeknickten Stengel stehen. So hatten denn alle Bewohner vielen Schaden. Blieben doch selbst die Kartoffeln im Boden nicht verschont. Und was von der Ernte heimgebracht wurde, war auch nur dann geborgen, wenn es in starken Kisten ruhte. Während nämlich die *Hesperomys*-Arten gewöhnlich nicht in die Häuser dringen, welche auch hier das Bereich der importierten europäischen Muriden, besonders der Hausmaus bilden, drangen sie damals in großen Massen ein. Bei Tage sich mehr versteckt haltend begannen sie mit einbrechender Dunkelheit ihr Unwesen, gegen das es kein Mittel gab. Ein Kaufmann, mit dem ich darüber sprach, sagte mir, er habe sich damals ein Zimmer so eingerichtet, daß es vor den Mäusen verschont blieb, und in dieses immer über Nacht seine Schnittwaren und alles, was den gierigen Schneidezähnen habe zum Opfer fallen können, hingebracht — eine langwierige Arbeit, mit der er schon immer mehrere Stunden vor Sonnenuntergang habe beginnen müssen. Die Tiere waren auch abends in den Wohnungen kaum scheu, so daß mit einem Stock oder der Reitpeitsche oft 50—60 an einem Abend im Zimmer totgeschlagen wurden. Die Katzen konnten natürlich nur wenig zur Bekämpfung einer solchen Plage beitragen, dieselben kamen auch gar nicht mehr in die Häuser zurück. Ein Teil derselben kehrte nach dem Ende der Mäuseplage wieder in die Wohnungen zurück, viele waren und blieben verwildert.

Zahllose Mäuse und Ratten — es waren mindestens 4—5 Spezies vertreten — wurden täglich vernichtet, namentlich in besonders dazu gegrabenen Löchern oder Gräben, doch machte sich der Einfluß dieser Maßnahmen kaum bemerkbar. Nach einigen Monaten ging dann die Plage rasch zu Ende, ohne daß man hierfür einen anderen Grund als Mangel an Nahrung hätte ausfindig machen können. Epidemien scheinen nicht unter ihnen gewütet zu haben, ebensowenig kam es zu großen Massenwanderungen, dagegen wird einstimmig berichtet, daß gegen das Ende der Kalamität die lästigen Geschöpfe aus Hunger sich gegenseitig aufgefressen hätten.

Interessant ist an dieser Mäuseplage besonders der Umstand, daß sich so gut die zu Grunde liegende Ursache verfolgen ließ. Dieselbe bestand in dem reichlichen Samen, welchen eine Art im Walde in Menge wachsenden Bambusgrases, das Lichtrohr (Taquary oder Cresciuma), getragen hatte. Diese viele Meter hohen riesigen Gräser blühen nur nach langen Zwischenräumen, welche für die einzelnen Arten verschieden zu sein scheinen. Hier hat dieses Bambusgras 1863 und dann wieder 1876 geblüht. Es wäre dann vielleicht wieder 1889 dasselbe Phänomen

zu erwarten, ebenso wohl auch die Mäuseplage, falls nicht die Bewohner klug genug sind, diesmal das zur Blüte kommende Rohr rechtzeitig abzuhauen. Als 1876 das Rohr zu blühen begann, sagten sofort ältere Brasilianer die bevorstehende Mäuseplage voraus. Es wird dieselbe also auch bei früheren Gelegenheiten konstatiert worden sein, wenn auch die nächstvorhergegangene an Intensität mit der von 1876 bei weitem nicht soll vergleichbar gewesen sein.

Wenn auch die mir über das letzte Mäusejahr hier gemachten Mitteilungen an sich genügt haben würden, um über den Grad der Plage eine Vorstellung zu gewinnen, so habe ich doch auch versucht, über die Verbreitung u. s. w. des Vorganges das Nötige zusammenzutragen, indem ich die bez. Zeitungen, speziell die Jahrgänge 1876—1878 von der Koseritz Deutschen Zeitung (damalige »Deutsche Zeitung«) genau durchnahm. Dabei ergab sich folgende Ausbeute.

Im Juni 1876 schrieb C. v. Koseritz in seiner Zeitung: »Nicht nur auf den Kolonien, sondern in der ganzen Provinz, wo irgend es Taquaraes (Bambus) gibt, sind die Ratten in diesem Jahre zu einer wahren Landplage geworden und haben sich derartig vermehrt, daß sie alle Pflanzungen verheeren. Es ist dieses eine alte Erfahrung in der Provinz: Sobald die Taquara blüht und Samen treibt, vermehren sich die Waldratten in unglaublicher Weise. Glücklicherweise blüht die Taquara aber nur alle 30 Jahre mehr oder weniger. In hiesiger Provinz blühte sie zuletzt im Jahre 1843, und hatte diese Blüte die gewöhnliche Rattenplage zur Folge. Da sie nun auch in diesem Jahre geblüht hat, leiden wir an demselben Übel. Es gibt auf der Kolonie Häuser, in denen Hunderte von Ratten täglich getötet werden.«

Fast zur selben Zeit hatten auch die deutschen Kolonien in der Nachbarprovinz St. Catharina unter demselben Übel zu leiden. Aus dortigen deutschen Zeitungen kommt folgende Korrespondenz vom August 1876. »Was man pflanzt und säet, kommt nicht zum Vorschein. Kaum sind die Körner mit Erde bedeckt, so sind sie auch schon wieder herausgeholt.. Die hiesige Gegend wimmelt nämlich von Mäusen, welche die Pflänzchen und gesäeten Körner vernichten. Wo man hinkommt, in Haus, Feld und Wald sieht man sie laufen; wo sie alle herkommen, ist ein Rätsel. Es sind nicht allein die bekannten grauen, die hier wirtschaften, sondern auch schwarze und Ratten von der Größe, daß eine Katze sich nicht an dieselben wagt. Wenn diese Plage nicht bald aufhört, so ist's um die diesjährige Aussaat schlecht bestellt, und die Ernte wird leicht einzuheimsen sein.«

Über diese Plage, die sich in St. Catharina noch in das Jahr 1877 hinein verlängert zu haben scheint, hat Fritz Müller berichtet in Engler's botanischem Jahrbuche II, 1881, S. 390, wie K. Moebius in seinem interessanten Aufsatze »Über den Einfluß der Nahrung auf die Verbreitung und die Wanderungen der Tiere«[1] erwähnt; leider muß ich mich auf diesen Hinweis beschränken.

[1] s. „Deutsche Geograph. Blätter“ (Geogr. Ges. in Bremen) Bd. V, Heft 3, 1882, S. 233.

Am intensivsten scheint aber doch in der Kolonie S. Lourenço diese Plage gewütet zu haben, und da ich aus im folgenden näher zu erörternden Gründen gerade die Verhältnisse von S. Lourenço für ganz besonders lehrreich halten muß, so bringe ich nachstehend eine von einem Augenzeugen herrührende Schilderung in extenso. Dieselbe ist der Deutschen Zeitung vom 2. August 1876 entnommen.

»In den beiden letztvergangenen Monaten haben wohl kaum hier zwei Menschen beisammen gestanden, deren Gesprächsthema nicht die Ratten gewesen wären. Ihre Angabe, daß der hier von diesen verursachte Schaden auf mehr als 100 000 Milreis (200 000 Mk.) sich beziffere, dürfte eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein, nur eine ganz mäßige Durchschnittsziffer angenommen taxiert sich der Verlust an Milho allein auf 20—25 000 hl. Daß es dahin hat kommen können, da wir doch von dem Kommen der Plage vorher unterrichtet gewesen sind, hat seinen Grund darin, daß man anfangs den Prophezeiungen der Brasilianer keinen rechten Glauben schenken, wenigstens die Größe der Gefahr nicht einsehen wollte — 1863 ist hier auch ein Mäusejahr gewesen, das aber gar keinen Vergleich mit diesem aushalten kann — und dann die Verheerung in so rapider Weise von statten ging, daß, ehe die rechten Schutzmittel ausgefunden, das meiste bereits vernichtet war. Gräben um die Aufbewahrungsräume bewiesen sich als unzulänglich, denn wenn sich auch in den ersten Nächten 500 und mehr darin fingen, so ballten sich die Gefangenen in einer Ecke auf einem Klumpen zusammen, und darüber hinweg gings lustig hinein; ebenso wußten sich die Ratten Eingang in ganz mit Brettern verschlagene Räume zu verschaffen. Ganz zuverlässig haben sich nur die »Panzer-Schuppen« bewährt, deren Böden 3—4 Fuß über der Erde in die unten mit Blech beschlagenen Ständer eingefügt sind. Bis man dazu gelangt war, war leider das meiste fort. Am schlimmsten waren die Tage vor und nach Pfingsten. Man vermochte da das Rappeln und Rascheln in den Milhopflanzungen auf beträchtliche Entfernung zu vernehmen; doch sind die Ratten nicht in allen Teilen der Kolonie ganz gleichzeitig aufgetreten, in einigen Distrikten um 14 Tage früher als in anderen, auch nicht überall in gleicher Stärke, namentlich sind solche Pflanzungen, die rein von Holz waren, am längsten verschont geblieben. Interessant war im Mondschein die Auswanderung aus einem am Tage abgeheimsten Milhostück nach einem andern zu beobachten. Gespenstern gleich huschten die schwarzen Schatten in Scharen über den Boden, dabei weite Sprünge machend und jeden Milhostock unterwegs absuchend, wobei die nachfolgenden beharrlich die vorangegangenen in dieser erfolglosen Suche ablösten; alle aber hielten ganz genau den gleichen Kurs. Nachdem die Maisfelder leer waren, kamen die Kartoffeln an die Reihe; nur die allergrößten wurden in der Erde angefressen; was transportabel war, wurde herausgeholt und in hohle Baumstümpfe oder Wurzeln zum bequemen Verzehren in Ruhe geschleppt. Aboboras (Kürbisse), auch die härtesten wurden durchgenagt und von innen heraus ausgehöhlt. Von Grünfutter, wie Klee, Hafer, Gerste, ist auch kein Blatt stehen geblieben, ja das Unkraut in den Roeas wurde ab- und das Mark aus den trockenen Maisstengeln ausgefressen. Die

Oberfläche frisch besäeter Gerste- und Haferstücke glich am anderen Morgen einem groben Siebe, worin Loch an Loch, und wenn ja noch ein Kern entgangen war, so wurde dieser gewiß sorgfältig nachgeholt, wenn der Keim aus der Erde kam. Auf eine wahrhaft schaudererregende Weise aber ist der Kampf ums Dasein mit diesen langgeschwänzten Eindringlingen in den Wohnungen geführt worden, und selbst massive Häuser haben nicht Schutz bieten können. Es hat auch hier Häuser genug gegeben, in denen täglich hunderte getötet worden sind, 50, 60, 70 gehörten aber überall zur Tagesordnung; sie wurden teils einfach mit dem Stock totgeschlagen, meist aber in den üblichen, sich selbst aufstellenden Fallen (eine Wippe oder ein sich an einem Draht drehender Milhokolben über einem großen Gefäß mit Wasser) gefangen. Die Zahl der von Hunden und Katzen getöteten ist aber jedenfalls noch größer gewesen; letztere waren meist alle monatelang fort und sind erst jetzt wieder, häufig mit zahlreicher Nachkommenschaft in die Häuser zurückgekehrt. Nichts, auch gar nichts, was nicht gerade von Eisen, Stein oder Glas war, ist verschont geblieben: Möbel, Kleider, Hüte, Stiefel, Bücher — alles trägt die Spuren der vernichtenden Nagezähne. Als erste gewiß unschuldige Opfer fielen gewöhnlich die Knöpfe, und mancher Ausruf beim Anziehen der Unaussprechlichen mag nichts weniger als wie ein Morgensegen geklungen haben. Nun, daß die Ratten dies thaten, daß sie hörnerne und hölzerne Messerschalen abnagten, Leder, Tuch und Leinenzeug ruinierten, Bücher und Papier zerfraßen, daß sie die Härte und Schärfe ihrer Zähne an Pfirsichsteinen erprobten, ist noch begreiflich, hat auch gewissermaßen seine Berechtigung; ganz unerklärlich aber bleibt es, zu welchem Zwecke sie zinnerne Gefäße und Lampen, Bleikugeln und Schrote zernagt und zerbissen haben. Doch damit noch nicht genug, nicht leblose Gegenstände allein sind ihren Angriffen ausgesetzt gewesen, es ist auch vorgekommen, daß Kühen im Stalle die Hufe abgenagt, fette Schweine buchstäblich angefressen, ja sogar Menschen im Schlaf oder auf der Hetzjagd verwundet worden sind. Und ebenso schädlich wie sich diese Ratten durch diese Zerstörungswut gemacht, ebenso lästig und verhaßt sind sie geworden durch den Schmutz, den sie überall hingetragen und womit sie alles besudelt haben: der Ekel hat einem notgedrungen vergehen müssen.

Jetzt geht die Plage ihrem Ende zu; zwar sehe ich, während ich dieses schreibe, noch immer einige unserer ungebetenen Gäste lustig auf Bänken und Kasten herumklettern — in den Häusern halten sie sich am längsten — aber schon verheißen die sich wieder mit frischem Grün bekleidenden Felder uns und namentlich unserem armen Vieh, das wir kaum mehr durchzubringen wußten, bessere Zeiten, und über ihnen kreisen Aasgeier und zahlreiche Raubvögel, die sonst nur dem offenen Camp eigen und von dem über unserer ganzen Gegend lagernden Aasgeruch angelockt worden sind.«

Soweit unser trefflicher Berichterstatter. Es ist kaum etwas hinzuzufügen, um die Größe der Plage ins rechte Licht zu setzen. Sind doch selbst die Menschen in ihrem Schlaf vor den über Gesicht und Hände hinweglaufenden Eindringlingen nicht sicher gewesen, welche oft

Haare abbissen, namentlich wenn sie mit Pomade eingefettet waren. Als in jener Zeit ein Knabe starb, hatten des Nachts drei Personen, welche an dem offenen Sarge Wacht hielten, beständig zu thun, um die Mäuse abzuhalten, welche wohl durch den Leichengeruch in Menge angezogen, wie versessen auf den Leichnam schienen.

Die Bemerkungen über Farbe etc. der verschiedenen Arten habe ich weggelassen, da sie zur Bestimmung nicht hinreichen, doch glaube ich nicht zu irren, wenn ich in zweien derselben die auch jetzt von mir als gemeinste Arten vorgefundenen Mäuse: *Hesp. flavescens* und *arenicola* zu erkennen glaube.

Nach alledem dürfte es wohl nicht zu viel behauptet sein, wenn wir diese Mäuseplage noch weit über jene stellen, welche man auch in Deutschland ab und zu durchmacht. Eines solchen Mäusejahres erinnere ich mich aus meiner Kindheit, doch war weder der Schaden, welcher den Landwirten zugefügt wurde, ein ähnlich empfindlicher, noch vor allem wurden die Bewohner in den Häusern von den Feldmäusen behelligt. Anhaltende Regengüsse setzten ein Ziel, wie in anderen Jahren Frost oder Seuchen. Es ist wirklich nicht abzusehen, wo unsere menschliche Kultur bleiben sollte, wenn überall die Mäuse in ähnlicher Weise überhand nehmen sollten! Wenn man bedenkt, daß dieselben durchschnittlich alle 1—2 Monate 5—8 Junge werfen und daß auch diese nach wenigen Monaten schon fortpflanzungsfähig werden, so kann man sich nicht wundern, wenn berechnet wurde, daß nach mäßigem Anschlage ein einziges Mäusepaar von *Arvicola arvalis* sich im Verlauf des Sommers bis auf 23 000 Stück vermehren könne. Wenn wir rein theoretisch den Fall setzen wollten, daß überall die Mäuse sich ungehemmt vermehren könnten, resp. es an Nahrung für sie nicht fehlen würde, so wären nach 2 Jahren Landwirtschaft und Ackerbau zu historischen Begriffen geworden. Jeder Anbau von Nahrungsmitteln wäre unmöglich, das Vieh müßte aus Mangel an Futter geschlachtet werden, Säuglinge, soweit die mütterliche Ernährung nicht ausreichend wäre, müßten verhungern, und der Mensch wäre nur noch auf animalische, namentlich in Mäusen bestehende Nahrung angewiesen, bis etwa im zehnten Jahre oder früher auch er wie alle übrige Kreatur dem erfolglosen Kampfe gegen die Fruchtbarkeit der entsetzlichen kleinen Omnivoren erlegen wäre.

Es ist ja selbstverständlich ein müßiges Unternehmen, über die Erfolge ungehemmter Vermehrung einer Art zu diskutieren, denn es ist ja dafür gesorgt, »daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen«. Wenn aber unsere großen Koryphäen wie Darwin, Haeckel, Huxley es nicht verschmähten, die theoretisch mögliche Vermehrungsfähigkeit des Elefanten zu berechnen oder den Wechselbeziehungen zwischen der Zahl der Feldmäuse und der Kleenahrung des Rindviehes nachzuforschen, um dabei schließlich bei den alten Jungfern anzukommen, so ist es wohl um so eher statthaft, die möglichen Dimensionen und Konsequenzen der Mäuseplagen ins Auge zu fassen, als gerade hier die Grenzscheide zwischen Konjektur und Thatsache kaum mit Sicherheit zu ziehen ist. Wenn man nun in dieser Beziehung die Mäuseplage von S. Lourenço betrachtet und bedenkt, welche Unmasse von Individuen schon eine ab-

norm günstige Ernährungsweise im Zeitraum von nur 1 bis $1^1/_2$ Jahren zur Folge hatte — wenn man dann diese enorm vermehrte Schar nicht als Endpunkt der Entwickelungsreihe, sondern als Ausgangspunkt einer gleich raschen Vermehrung betrachten wollte, so würde man bei genauer Berechnung wahrscheinlich finden, daß nicht zehn, sondern kaum fünf Jahre erforderlich wären, um den in der gänzlichen Ausrottung des Menschengeschlechtes bestehenden Ausgang dieser Anthropomyomachia herbeigeführt zu sehen.

Eine interessante und vielleicht zum Teil unerwartete Lehre läßt sich aus der Geschichte der Mäuseplagen und zwar der europäischen sowohl wie der südamerikanischen ableiten, die nämlich, daß für sie die regulierende Thätigkeit des »Kampfes ums Dasein« hinwegfällt. Die normalen Feinde der Mäuse sind trotz gesteigerter Thätigkeit völlig außer stande, das unaufhörliche Anwachsen immer neuer in rapidester Weise anschwellender Scharen zu verhindern. Nahrungsmangel, Regen, Frost oder Seuchen setzen schließlich der Plage ein Ziel, nicht aber die natürlichen und extraordinären Feinde. Es ist das auch schließlich begreiflich genug. Die Füchse, Katzen, Raubvögel, Schlangen etc. vermehren sich so sehr viel langsamer als die sofort nach dem Wurfe von neuem begatteten Mäuseweibchen, und die Nachkommenschaft der letzteren nimmt so rasch und ergiebig an den Pflichten der Arterhaltung teil, daß die vermehrten Scharen bald die Bewältigungsfähigkeit ihrer Feinde weit übersteigen, und dieses Mißverhältnis wird, je länger es anhält, um so mehr zu gunsten der fruchtbaren Nager verstärkt. In der That hat auch ein Mäusejahr keine nennenswerte Vermehrung in der Individuenzahl der natürlichen Feinde der Mäuse zur Folge. Eine solche Folgeerscheinung hätte gerade hier am wenigsten entgehen können. Angesichts der langsameren Vermehrung dieser mäusefeindlichen Tiere kann die Zunahme des Individuenbestandes derselben ja erst nach einer Reihe von Jahren bei Fortdauer der gleichen günstigen Ernährungsbedingungen sich geltend machen. Bei den Mäusen aber drängen sich 4, 5 oder mehr Fortpflanzungsperioden in den Rahmen eines einzigen Jahres zusammen.

Wenn man daher gegenwärtig in den Kreisen derjenigen Naturforscher, welche für die Deszendenzlehre eintreten, und vollends derjenigen, welche noch an der Selektionstheorie festhalten, wohl ziemlich allgemein die Ansicht vertreten findet, daß die Beschränkung der Individuenzahl einer Art auf ein jahraus jahrein annähernd gleichbleibendes Quantum die Folge der durch die Feinde der Art bedingten Verluste sei[1], gewissermaßen die im »Kampfe ums Dasein« sich notwendig her-

[1] Darwin, Entstehung der Arten. 5. Aufl. 1872, S. 76: „Da mehr Individuen erzeugt werden, als möglicherweise fortbestehen können, so muß in jedem Falle ein Kampf um die Existenz eintreten, entweder zwischen den Individuen einer Art oder zwischen denen verschiedener Arten oder zwischen ihnen und den äußeren Lebensbedingungen.“ Diese Begründung des Kampfes ums Dasein läßt Fälle wie die hier geschilderten außer acht, in denen das Malthus'sche Gesetz vorübergehend außer Kraft gesetzt ist. — (Unter den „äußeren Lebensbedingungen“ versteht doch Darwin natürlich auch, und zwar gewiß in erster Linie, die disponible Nahrung; gründet sich ja doch schon Malthus' ganze Argumentation gerade auf den Gegensatz zwischen Vermehrungstendenz des Menschen und möglicher

stellende Gleichgewichtslage zwischen den untereinander in Wechselbeziehung stehenden Arten — so ist dies ein Irrtum oder beruht doch wenigstens auf einseitiger Überschätzung eines der in betracht kommenden Faktoren. Für gewöhnlich stellt ja freilich die gegebene Individuenzahl einer Art das Resultat dar, welches sich im Streite zwischen den die Entwickelung und Verbreitung der Art fördernden und hindernden Momenten, und speziell also durch die Wirksamkeit der Feinde, ergibt — aber nur innerhalb beschränkter Grenzen. Ist einmal das Verhältnis alteriert, indem durch irgendwelche außergewöhnliche Ereignisse die Zahl der Individuen einer besonders fruchtbaren Art sich erheblich vermehrt hat, so reicht die gegebene Summe der Feinde zur Tilgung des Überschusses nicht aus, und der Einfluß der langsamer sich vermehrenden Feinde wird um so weniger fühlbar, je immenser die Individuenmasse der fruchtbaren Art anwächst. Bei Fortdauer der günstigen Ernährungsbedingungen sind es daher nicht die natürlichen Feinde einer weit über das normale Verhältnis hinaus sich vermehrenden Art, welche der Vermehrung ins maßlose Schranken ziehen, sondern atmosphärische Einflüsse und Krankheiten, in letzter Instanz also in der Regel die Bakterien.

Es ist meines Wissens ein noch vollkommen unaufgeklärtes Rätsel, welche Momente die zumal im mittleren Deutschland von Zeit zu Zeit auftretenden Mäuseplagen veranlassen. An besonders günstige Ernährungsbedingungen wird man angesichts der im allgemeinen so wenig Änderungen aufweisenden deutschen Landwirtschaft kaum zu denken haben. Es müssen daher wohl von den für gewöhnlich den Individuenbestand beschränkenden Einflüssen in den betreffenden Mäusejahren einige nicht oder in geringerem Grade zur Wirksamkeit gekommen sein.

Bei den südamerikanischen Mäuseplagen steht das anders, hier kennen wir die Ursachen, und gerade dieser Umstand ist es ja, welcher dieselben so interessant für die Theorie macht. Die Mäuseplagen stehen hier in engem Kausalnexus mit der periodisch auftretenden Samenerzeugung der Bambusgräser, wodurch für die Waldmäuse ganz außergewöhnlich reichliche Ernährungsbedingungen geboten werden. Es ist ja allgemein anerkannt, daß ein enger Zusammenhang besteht zwischen der Reichlichkeit der Ernährung und der Ergiebigkeit der Fortpflanzung. Namentlich R. Leuckart hat diese Wechselbeziehungen klar gelegt. Ich erinnere an eine Beobachtung bei *Hydra viridis*, welche in Kleinenberg's Hydrabuch (S. 28) mitgeteilt ist, wonach bei Polypen, welche Knospen getrieben hatten, diese wieder eingezogen resp. resorbiert wurden, als die Tiere hungern mußten. Bei den höheren Tieren ist der Zusammenhang nicht immer so deutlich ausgesprochen — wahrscheinlich gibt es unter den Wirbeltieren kein anderes Beispiel, in dem der Einfluß reichlicherer

Vermehrung seiner Nahrungsmittel. Das Mißverständnis des Herrn Verf. ist durch die in der That schon vielfach angefochtene, willkürliche Erweiterung, welche Darwin dem Begriff „Kampf ums Dasein" gegeben hat, veranlaßt worden. D. Red.)

[1] In beschränktem Maße gilt es auch für den Menschen. Man vergl. hierüber: Escherich, Hygienische Studien aus den Militär-Konskriptionslisten des Königreiches Bayern. Verh. der Phys.-med. Ges. in Würzburg, III, 1852, S. 71 ff., worin der Verf. zeigt, „daß in Bayern der jährliche Zugang von Militärpflichtigen am meisten reguliert wird von den Getreidepreisen." Zur Bestätigung sei noch ver-

Ernährung auf die Fortpflanzung und die rapide Erhöhung des Individuenbestandes der Art so klar vor Augen liegt als eben bei den brasilianischen *Hesperomys*[1]. Gehen wir daher noch etwas näher auf die Entstehungsbedingungen der Mäuseplagen ein.

In S. Lourenço blühte 1863 das Bambusrohr. Die Art kann ich leider nicht benennen. Es ist ein glattes, innen hohles, nicht sehr festes Rohr mit wenig vortretenden Knoten, das erst fingerdick ist, wenn es bereits eine Höhe von mehreren Metern erreicht hat. Es ist viel schwächer als das von Anfang an weit dickere, bedeutend festere Taquara-Rohr des Nordens der Provinz. Dieses Rohr nun blühte hier 1863, gab auch reichlich Samen, aber viel weniger als 1876, auch währte die Fruktifikationsperiode nur einige Monate. Die Folge davon war eine auffallende Vermehrung der Waldmäuse, aber der von diesen angerichtete Schaden war nur ein mäßiger. Nachher ging das Rohr nicht aus. Ob die zum Blühen gelangten Schafte abstarben oder nicht, konnte ich nicht ermitteln. Jedenfalls aber fand keine Pause in der Vegetationsthätigkeit dieser Graminee statt. Als daher 1875 das Rohr von neuem in Blüte kam, war es leicht, die Mäuseplage vorherzusagen, wenn auch wohl niemand deren Umfang ahnte. Daß dieser ein so außergewöhnlicher wurde, lag daran, daß die Blüte nicht bei allen Halmen gleichzeitig eintrat, sondern sich im ganzen über einen Zeitraum von etwa einem Jahre hinzog, und daß der Samenertrag ein sehr viel reichlicherer war. Nach dieser so außerordentlich reichlichen, man möchte sagen erschöpfenden Samenzeitigung starb überall das Rohr ab, um 5—6 Jahre vollkommen zu ruhen. Erst seit 1883 und 1884 ist es wieder zum Vorschein gekommen, aber nicht gleichmäßig oder gleichzeitig. Wahrscheinlich waren also die alten Rhizome abgestorben und die neuen Pflanzen stammen alle aus Samenkörnern.

Der Zeitraum von einem Jahre oder wenig mehr, während dessen die Waldmäuse in dem Rohrsamen eine so ungewöhnlich reiche Quelle der Ernährung erschlossen bekamen, hat also genügt, um alle die Legionen von Mäusen aufkommen zu lassen, welche dann im April und Mai 1876, nachdem die Körnervorräte des Waldes erschöpft waren, in die Plantagen der Kolonie einbrachen.

Die Vegetationsgeschichte dieser Bambusgräser ist doch sehr eigentümlich; das Blühen in regelmäßigen Perioden mit Zwischenräumen von vielen, für die einzelnen Arten wechselnden Jahren, das jahrelange totale Verschwinden der Spezies, sind schon merkwürdig genug, mehr noch, wie mir scheint, der Umstand, daß alle Stöcke in einem nach vielen Quadratmeilen zählenden großen Gebiete, ja wahrscheinlich sogar im ganzen Süden von Brasilien gleichzeitig zur Fruktifizierung schreiten, wenn schon der ganze Prozeß sich über 12—14 Monate hinziehen kann. Ich kenne nicht die einschlägigen Beobachtungen und Erfahrungen, doch ist es ja wohl wahrscheinlich genug, daß derartige Ermittelungen, welche außerhalb der Sphäre des reisenden Naturforschers liegen und zu deren

wiesen auf G. Mayr's Buch: Die Gesetzmäßigkeit im Gesellschaftsleben. München, 1877. S. 231, wo auch der Zusammenhang von Kornpreisen und Konzeptionen nachgewiesen wird.

Feststellung es der Ausdehnung der Beobachtung über viele Dezennien, vermutlich wohl eines Jahrhunderts bedarf, noch ziemlich unvollkommen durchgeführt sind. Es empfiehlt sich, gerade die Verhältnisse von S. Lourenço im Auge zu behalten, weil vermutlich ähnlich ausgedehnte Beobachtungsreihen wie die hier mitgeteilten für andere Orte fehlen und ferner hier nur die eine Sorte hohlen Bambusrohres vorkommt, während im Norden der Provinz 4—5, wenn nicht mehr Arten Bambus unter den Namen Taquara, Taquary und Cresciuma verstanden werden. Solange diese verschiedenen Spezies nicht alle bestimmt sind, ist keinerlei Verständigung über deren Fortpflanzungserscheinungen möglich, und doch ist eine solche gerade für die Provinz Rio Grande do Sul sehr zu wünschen, weil es unter den vielen gebildeten Deutschen, welche hier leben, eine große Anzahl gibt, welche für naturwissenschaftliche Beobachtungen Interesse haben, die geistigen Interessen überhaupt in dem Deutschtum von Rio Grande rege Förderung und zugleich in der deutschen Presse, besonders der trefflich redigierten deutschen Zeitung des Herrn v. Koseritz wirksame Unterstützung und Vertretung finden. Sollten diese Bemerkungen daher einem Kenner der Bambusgräser vor Augen kommen, so möchte ich hoffen, daß sie ihm den Anlaß bieten, mit mir über den Gegenstand in Verbindung zu treten.

Die ungenügende Scheidung der einzelnen Arten macht es auch zur Zeit noch unmöglich, die einzelnen Blütenperioden und Mäuseplagen in Verbindung zu bringen. Da aber in den zwischen 29° und 30° S. Br. gelegenen deutschen Kolonien die Mäuseplage und Bambusblüte zu gleicher Zeit wie in S. Lourenço sich abspielte, so ist es sehr wahrscheinlich, daß auch die betreffende Art dieselbe war. In der That fehlte auch in den Wäldern um Taquara do Mundo novo in den Jahren 1880 bis 1882 das »Lichtrohr« der Kolonisten ganz. Wie hier, so erlosch auch in jenem Teile der Provinz die Mäuseplage bereits im Jahre 1876 wieder. So finde ich z. B. vom November des Jahres 1876 eine Korrespondenz aus der Kolonie Teutonia, worin es heißt, »daß die Ratten und Mäuse, nachdem sie den Milho größtenteils geerntet haben, ebenso rasch wieder verschwunden als gekommen sind.«

Wahrscheinlich davon unabhängig war also eine Mäuseplage, über welche Mitte 1878 von den Kolonien Mundo novo, Neu Petropolis und Caxias geklagt wurde. Besonders schlimm müssen sie an letzterem Platz gehaust haben. »Viele Kolonisten«, hieß es von da, »welche gute Ernte gemacht hätten, müssen jetzt schon Brot kaufen.«

Von einer neuen, aber nicht sehr intensiven Mäuseplage wurde dann wieder im Dezember 1884 in der Koseritz Deutschen Zeitung aus Mundo novo berichtet. »Im Frühjahr 1883 begann das Rohrgras zu blühen, und noch jetzt sieht man einzelne Stauden in Blüte«, heißt es da. Diese lange Blütezeit von 12—15 Monaten hatte eine außerordentliche Vermehrung der Mäuse zur Folge, »welche während dieses langen Zeitraumes eine ihnen sehr zusagende mehlreiche Nahrung haben, die ihnen buchstäblich von oben herab ins Maul fällt, und zwar in solcher Menge, daß der Boden an manchen Stellen einen Centimeter hoch damit bedeckt ist . . . . Ihre Nester, unter altem Holze, in Unkrauthaufen

u. s. w. sind jetzt sehr häufig, teils leer, teils mit 4—12 Jungen.« Das »Rohrgras«, von welchem die Rede ist, soll alle 7—8 Jahre blühen. Es ist dem »spanischen Rohr« ähnlich, innen mit lockerem Marke erfüllt, aber, wenn trocken, sehr brüchig und darum nicht verwendbar. Es erreicht eine Länge von 8—12 m und geht nicht selten bis in die Gipfel der Bäume hinauf, an denen es Halt findet; meist sind die Stengel auf die mannigfaltigste Weise durcheinander geschlungen und bilden dann fast undurchdringliche Dickichte. Die Blätter, welche 16—20 cm lang werden, bilden ein beliebtes Viehfutter. Natürlich fallen sehr viele Mäuse den Raubtieren zum Opfer. »Selbst unsere Hunde«, bemerkt der Berichterstatter, »verschmähen diese Nahrung nicht; einer meiner Hunde fing und verzehrte an einem Nachmittag 36 Mäuse, die beim Pflügen ausgeworfen wurden, vielleicht auch mehr, da er nicht den ganzen Nachmittag beobachtet wurde.«

Einige hieran anschließende Bemerkungen über die vermeintlich dabei vorkommenden Arten lasse ich, da sie verkehrt sind, weg. Wahrscheinlich werden sich wohl alle für gewöhnlich vorkommenden Arten in entsprechender Weise vermehren. Untersuchung der beteiligten Arten und der Vegetationsperioden der Bambusgräser bleiben die in zukünftigen Mäusejahren zu beachtenden Punkte. Ebenso wären Daten darüber zu sammeln, ob nur in Südbrasilien oder auch in anderen Teilen von Südamerika diese *Hesperomys*-Plagen vorkommen. Bleibt mithin auch, wie ja meistens, noch vieles aufzuklären, so dürfte doch das, was sich an Positivem hier zusammenstellen ließ, bereits zur Kenntnis dieser erst wenig bekannten und gewürdigten Erscheinung einigermaßen beitragen.

Einige Nachträge zu Hildebrand's Buche: die Verbreitungsmittel der Pflanzen[1].

Von

Fritz Müller.

(Mit 4 Holzschnitten.)

II. Marantaceen.

5. Ctenanthe vom Berge hinter der katholischen Kirche in Blumenau.

Die eigentümlichen langen zungenförmigen Springfedern, mittels welcher die Samen der noch unbeschriebenen *Ctenanthe* mit weißgestreiften Blättern aus dem Affenwinkel (a. a. O. S. 280 Taf. I fig. 25—29) die Fruchthaut sprengen und sich aus den umschließenden Deckblättern hervorheben, wurden von EICHLER auch bei *Ctenanthe setosa* und *Luschnathiana*, von mir bei dieser letzteren Art und *Ct. Kummeriana* gefunden. So durfte man wohl mit EICHLER erwarten, daß sie »ein für *Ctenanthe* konstanter Charakter« sein würden. Dies ist jedoch nicht der Fall. Bei einer anderen ebenfalls noch unbeschriebenen *Ctenanthe*, die in Menge auf dem Berge hinter der katholischen Kirche in Blumenau wächst, gleicht die der Verbreitung der Samen dienende Ausrüstung weit mehr derjenigen der in Blatt, Blüte und Frucht so fern stehenden Gattung *Calathea* (a. a. O. Taf. I fig. 1—14) als derjenigen ihrer ebengenannten Gattungsgenossen. Der Mantel breitet sich in zwei große seitliche Flügel aus, wodurch die Frucht gesprengt und der Samen aus den umhüllenden Deckblättern hervorgetrieben wird.

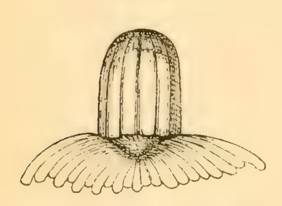


Fig. 1. Samen einer *Ctenanthe*, 3 mal vergrößert.

Ähnliche Verschiedenheiten innerhalb derselben Gattung finden sich auch sonst bei Marantaceen. Während bei unserer *Maranta* (a. a. O. S. 280) bei der Reife der Frucht die drei Klappen derselben sich vollständig von einander trennen und mit dem Samen zu Boden fallen, trennen sich nach EICHLER bei der täuschend ähnlichen *M. arundinacea* wie bei mehreren *Stromanthe*-Arten zwei der Klappen nur bis zur Hälfte oder gar nicht von einander.

[1] Siehe Kosmos XIII. S. 275 und XIV. S. 472.

6. Stromanthe Tonckat.

In meiner früheren Mitteilung über Marantaceenfrüchte gedachte ich beiläufig einer Art, deren Früchte beim Reifen sich rot färben. Es ist dies die *Stromanthe Tonckat*. Ich habe sie seitdem viel gesehen und eben jetzt trägt sie in meinem Garten reichliche Früchte. Wie zu vermuten stand, dient die rote Farbe der Früchte zum Anlocken der die Verbreitung der Samen vermittelnden Vögel, und zwar geschieht dies in ganz eigenartiger Weise. Die Frucht umschließt einen einzigen glänzend schwarzen Samen, dem unten ein ansehnlicher schneeweißer Mantel (»arillus«) ansitzt. Sobald die vorher schwärzlichen Früchte sich röten, spreizt sich der bis dahin dicht an den Samen gepreßte Mantel auseinander, sprengt die Frucht, reißt den Samen los und treibt ihn aus der geöffneten Frucht hervor. Nun ist es eine wohl allgemein geltende Regel, daß glänzende oder besonders lebhaft gefärbte Samen beim Öffnen der Frucht nicht zu Boden fallen, sondern an ihr sitzen bleibend sich den Vögeln zur Schau stellen. Hier wird das Festhalten des losen Samens dadurch bewirkt, daß die drei Klappen der Frucht sich nicht vollständig von einander trennen; meist öffnet sich nur eine Naht bis zum Grunde, die anderen beiden nur im oberen Drittel oder bis zur Mitte. So wird zwar Raum für den Austritt des kleineren glänzend schwarzen Samens, nicht aber für den umfangreicheren Mantel, der von den ihn umschließenden bauchigen Klappen zurückgehalten wird. Doch läßt er sich leicht mit dem Samen hervorziehen und im Walde thun dies die Vögel so fleißig, daß man da nur verhältnismäßig selten die Samen zu sehen bekommt. Nach der Entfernung der Samen schließt sich die Frucht wieder und gleicht nun in ihrer Gestalt wieder einer unreifen Frucht; statt zu welken oder abzufallen, bleibt sie frisch und nimmt meist ein noch lebhafteres Rot an.

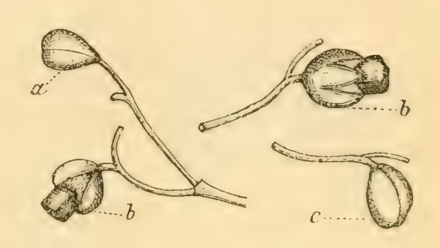


Fig. 2. Früchte von *Stromanthe Tonckat*. *a* Unreife Frucht. *b* Reife Früchte mit vortretendem Samen. *c* Frucht nach Entfernung des Samens.

So wiederholt sich an den Früchten der *Stromanthe Tonckat*, was man an zahlreichen Blumen beobachtet, daß sie nach der Bestäubung frisch bleiben, sich lebhafter färben und fortfahren, Bienen und Schmetterlinge anzulocken [1].

III. Campelia.

Im Wuchse den allen Blumenliebhabern wohlbekannten Gattungen *Commelyna* und *Tradescantia* sich anschließend, entfernt sich *Campelia*

[1] Das prächtigste Beispiel solcher farbenwechselnder Blumen bieten wohl einige baumartige Melastomeen (*Pleroma*), deren große, anfangs rein weiße Blumen später tief purpurrot werden. So *Pleroma Sellowianum*, das ich im Mai 1868 am Berge von Boa Vista (auf dem Wege von Desterro nach Lages) in Blüte sah, und der Jaguatirão, der im Norden der Provinz Santa Catharina häufig ist. Bei S. Francisco und Joinville bedeckt er ganze Hügel, die gegen Weihnachten in Weiß und Purpur prangen. Weihnachtsblume heißt er dort bei den Deutschen.

weit von diesen ihren Verwandten durch die der Verbreitung der Samen durch Vögel angepaßte Frucht. Die langen Blütenstiele tragen einen von zwei Deckblättern gestützten dichtgedrängten Blütenstand. Nach dem Welken der weißen Blumen beginnen die Kelchblätter sich fleischig zu verdicken und eine anfangs blaß violette, dann immer dunkler werdende und bei der Reife in glänzendes Schwarz übergehende Farbe anzunehmen. Es gibt nichts Hübscheres als einen solchen Blütenstand, der in der Mitte schon reife, glänzend schwarze Beeren trägt, denen nach beiden Seiten immer hellere folgen, während an beiden Enden noch weiße Blumen sich entfalten.

Soweit hat unsere *Campelia* kaum etwas besonders Merkwürdiges; was sie beachtenswert macht, ist der Umstand, daß die Entwickelung des Kelches zu einer saftigen, farbigen Beere auch dann eintritt, wenn die Blumen unbestäubt, die Früchte also samenlos bleiben. In dem hier gezeichneten Fruchtstande waren alle 24 Früchte taub und in der Regel finden sich nur sehr wenige samenhaltige Früchte zwischen zahlreichen tauben.



Fig. 3. Reifer Fruchtstand von *Campelia*.

Wie die geschlechtslosen Blumen des Schneeballs den Blütenstand augenfälliger machen und durch Anlockung von Insekten die Bestäubung der fruchtbaren Blumen fördern, so wird hier durch taube Früchte die Augenfälligkeit des Fruchtstandes gesteigert und die Wahrscheinlichkeit der Verbreitung der Samen durch Vögel erhöht. Ähnliches kommt auch bei anderen wildwachsenden Pflanzen vor. An dem Fruchtstande einer Butiá-Palme fand ich alle von mir untersuchten Samen taub; aber alle Blüten hatten sich zu im übrigen vollkommen ausgebildeten wohlschmeckenden gelben Früchten entwickelt. Später untersuchte Fruchtstände derselben Pflanze hatten gute Samen. Man sollte demnach, scheint mir, die Samenlosigkeit so mancher Früchte angebauter Pflanzen nicht ohne weiteres auf Rechnung des Anbaus setzen, namentlich nicht bei solchen Arten, wo, wie bei den Bananen, die Fruchtbildung ohne vorherige Bestäubung erfolgt.

IV. Streptochaeta.

Dieses seltene Gras, dessen Blütenbau so seltsam ist, daß Endlicher zweifelte, ob es richtig beschrieben sei[1], steht auch in seiner Ausrüstung für die Verbreitung der Samen einzig da nicht nur unter den Gräsern, sondern in der ganzen Pflanzenwelt. Die Blüten stehen, meist ihrer fünf bis acht, in einer einfachen Ähre, die sich so langsam aus der sie umschließenden Scheide hervorschiebt, daß mehr als zwei

[1] Endlicher Gen. plant. N°. 911. „Gramen brasiliense admodum paradoxum, vix rite descriptum."

Wochen zwischen dem Hervortreten der ersten, obersten und der letzten, untersten Blüte verstreichen können; so trat bei einer Ähre die erste Blüte am 10., die sechste und letzte am 25. Dezember v. J. hervor. Meist ehe noch die Blüte vollständig der Scheide entstiegen ist, treten aus ihrer Spitze die drei einfach fadenförmigen Griffel hervor und biegen sich nach außen: sie halten sich frisch, bis ihnen nach Tagen die Staubbeutel folgen. Bei einer vierblütigen Ähre, die als Beispiel dienen mag, erschienen Griffel und Staubgefäße an folgenden Tagen:

April 1885:	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Erste Blüte	♀	.	.	.	♂	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zweite »	.	♀	.	.	.	.	.	.	♂	.	.	.	.	.	.	.
Dritte »	.	.	.	.	.	.	♀	.	.	.	.	.	.	♂	.	.
Vierte »	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	♀	.	.	.	.	♂

Den Stempel und die Staubgefäße umgeben zwei miteinander abwechselnde Kreise von je drei spelzenartigen Blättern; den inneren Kreis betrachtet Döll als Blumenkrone, den äußeren als Kelch. Um den äußeren Kreis herum zieht sich ein Kranz kurzer steifer gezähnelter Deckblätter, deren Zahl und Stellung schwer festzustellen ist, da sie mehr oder weniger miteinander verwachsen. Von den drei äußeren Spelzen sind die beiden von der Achse des Blütenstandes abgewendeten kürzer als die inneren und laufen in eine etwas nach außen gebogene Spitze aus; die dritte Spelze dagegen, die äußerste von allen, die der Achse anliegt, setzt sich in eine überaus lange, schraubenförmig gewundene Granne fort (daher der Name der Gattung), die sich an der Spitze der Ähre befestigt. Die Spindel der Ähre nämlich verlängert sich über die oberste Blüte hinaus und endigt in einen keulenförmigen Knopf, der dicht mit in mannigfacher Weise (Sförmig, hakenförmig u. s. w.) gebogenen, dicken steifen Haaren bedeckt ist. Zwischen diese verwickeln sich nun die schraubenförmigen Grannen. Die Grannen der obersten Blüten wachsen oft weit über den Endknopf

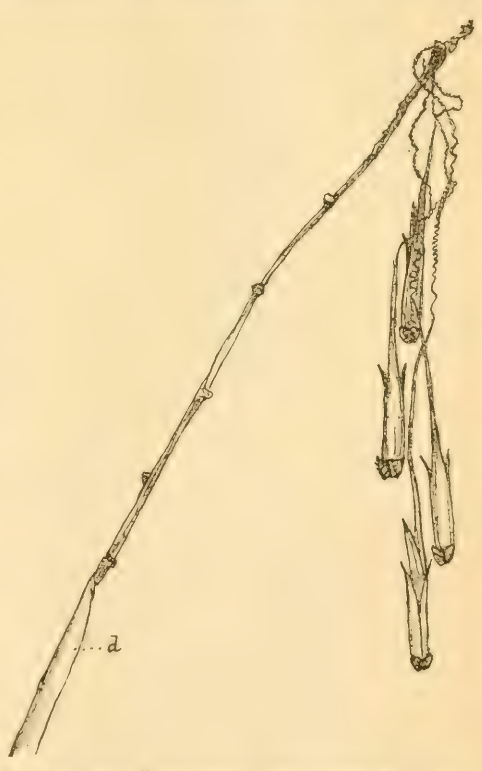


Fig. 4. Reife Ähre von *Streptochaeta*. *d* Deckblatt oder Scheide.

der Ähre hinaus, um dann zu ihm zurückzukehren. Zu dieser Umkehr werden sie, wie man an Knospen sieht, dadurch gezwungen, daß die sie umschließende Scheide ihnen nicht gestattet, weiter aufwärts zu wachsen. Wie bei Ranken von Kletterpflanzen, die eine Stütze gefunden, scheinen auch von den überaus zahlreichen Umläufen der schraubig gewundenen Granne ebensoviele nach rechts wie nach links zu laufen; eine genaue Zählung ist kaum auszuführen. Bald folgen sich die Wendepunkte ziemlich rasch, bald sind lange Strecken der Schraube in gleicher Richtun gewunden.

Wenn die Samen reif sind, lösen sich die Ährchen und hängen nun an ihren langen Grannen von dem Endknopfe der Ähre nieder, bis ein vorüberstreifendes Pelztier sie entführt. Mir selbst ist es einmal begegnet, als ich in meinem Walde eine *Streptochaeta* ausgrub, an der ich gar keine Früchte bemerkt hatte, daß ich daheim in meinem Barte eine solche Frucht entdeckte. Ein Barthaar hatte sich fest zwischen die inneren Spelzen und die beiden kürzeren mit der Spitze auswärts gekrümmten äußeren Spelzen geklemmt und so das Ährchen losgerissen.

Von den meisten Ausrüstungen zur Verbreitung der Samen, welcher Art diese auch sein mögen, ist zur Zeit des Blühens noch nichts zu sehen. Bei *Streptochaeta* dagegen ist die ganze Vorrichtung schon lange vor der Blütezeit vollständig ausgebildet und dies scheint mir das nicht am wenigsten Bemerkenswerte an diesem Falle.

2. August 1885.

Wurzeln als Stellvertreter der Blätter.

Von

Fritz Müller.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Daß, wo Blätter fehlen, Stengel deren Dienste übernehmen, ist nichts Ungewöhnliches; Kakteen und blattlose Wolfsmilcharten bieten allbekannte Beispiele. Daß aber auch Wurzeln die Blätter vertreten können, scheint man bis jetzt nicht beachtet zu haben, obwohl Pflanzen, bei denen dies geschieht, seit lange bekannt sind. Es sind auf Bäumen lebende Orchideen aus den Gattungen *Aëranthus* und *Angrecum*, also Verwandte des durch die erstaunliche Länge des honigbergenden Spornes berühmt gewordenen *Angrecum sesquipedale*. Den Beschreibern dieser blatt- und stengellosen Pflanzen sind bereits deren sehr zahlreiche, lange, oft vielfach durcheinander geschlungene Wurzeln aufgefallen und Lindley hat darauf hin für *Aëranthus Lindenii* die Vermutung ausgesprochen, daß diese blatt- und stengellose Pflanze, die mit fußlangen Blumen vom reinsten Weiß prangt, ein echter Schmarotzer sei. Wenigstens für eine am Itajahy vorkommende kleinblumige Art trifft diese Vermutung nicht zu. Sie gedeiht fröhlich auch auf trockenen Zweigen und ihre Wurzeln sind grün. Beides beweist, daß sie sich selbständig ernährt, und die grüne Farbe der Wurzeln zeigt, wo man die Stellvertreter der Blätter zu suchen habe.



Blatt- und stengellose Orchidee mit grünen Wurzeln (*Aëranthus?*). Daneben eine Blume vergrößert.



1. August 1885.

Physiologische Beiträge zur Frauenfrage,

zugleich eine Korrektur wissenschaftlicher Irrtümer den Frauen gegenüber.

Von

Dr. med. **H. Lahmann** (Stuttgart).

Neben der sozialen Frage wird wohl kein Gegenstand von dem Wellenspiel des Zeitstromes so häufig an die Oberfläche gebracht wie die Frauenfrage; es ist dies auch nicht sonderbar, da die Not der Gesellschaft beide aus ihrem Schoße hervorgehen ließ und die Frauenfrage somit als Teilfrage der sozialen Frage (im weitesten Sinne) anzusehen ist. Dennoch steht sie nach der durchgängigen Auffassung der sozialen Frage außerhalb derselben, und es ist bezeichnend, daß sich selbst die deutsche Sozialdemokratie lange ablehnend gegen die Frauenfrage verhielt, woran die neue Bebel'sche Schrift, die den Frauen gerecht zu werden sucht, wohl wenig erst geändert haben dürfte, da deren Verbreitung unter seinen Genossen gehemmt ist. Die amerikanischen Sozialisten sind allerdings auch in dieser Hinsicht weiter vorgeschritten.

Daß die Frauenfrage auf der Tagesordnung steht und nicht so bald von derselben verschwinden wird, ist eine kulturhistorische Notwendigkeit; denn das alte rohe Abhängigkeitsverhältnis der Frau, ihre Knechtschaft und Rechtlosigkeit ist auch unter der Tünche unseres Kulturlebens noch wohl zu bemerken, und es ist ganz natürlich, daß unter der Herrschaft humanerer Sitten und Gesetze der Mensch in der Frau sich regt und sein Menschenrecht fordert. Ebenso natürlich ist aber auch, daß jene, die Vorteile von der bestehenden Einrichtung haben oder zu haben glauben, sich gegen eine bessere, freiere und glücklichere Gestaltung des Frauenlebens erklären, wenn nicht gar die bekannte Furcht vor Neuerungen, als Ausdruck geistiger Trägheit, sie zu Widersachern der Frauenbewegung machte.

Die Frau unserer Tage, die dadurch, daß für ihre Ausbildung viel mehr geschah, eine andere ist als die Frau noch vor kaum fünfzig Jahren, hat einen weiteren Gesichtskreis erhalten und mit ihm das Bestreben, ihre Fähigkeiten unbehinderter zu bethätigen, als dies bis jetzt möglich war, teilzunehmen an all dem Schönen und Guten, was der Menschengeist zu Tage gefördert hat, wovon sie bis jetzt meist ausgeschlossen war.

Zufälliger- und unglücklicherweise fallen nun aber diese Bestrebungen in eine Zeit voller sozialer, sozialpolitischer und wirtschaftlicher Kalamitäten; der Mann, der theoretisch als der Ernährer der Frau hingestellt wird, ist es thatsächlich nur in den wenigsten Fällen, die Frau ist — man hat gemeinhin keine Vorstellung davon, in welchem Umfange — Miterwerberin geworden, ja Millionen von Frauen sind ganz allein auf eigenen Erwerb angewiesen, wenn sie nicht verhungern wollen[1]. Zahllose Frauenarbeit ist bei unsern heutigen verkehrten Produktionsverhältnissen[2] (Vorwiegen der Industrie, die allen Wechselfällen des Geldmarktes unterworfen ist — Rückgang der Landwirtschaft, in der kaum 30 Prozent der Bevölkerung statt 70 beschäftigt sind) unverwendbar oder muß gegen einen Spottlohn geleistet werden, der eine menschenwürdige Existenz nicht ermöglicht und zahllose Frauen der Schande in die Arme treibt. Haben unsere Töchter nicht Recht auf unseren Schutz, ist es nicht eine Schmach, daß die Arbeitgeber, seien es nun Private oder Behörden, die Zwangslage der auf Erwerb angewiesenen Frauen ausnutzen und sich für die Hälfte, für den dritten Teil des Lohnes, bei dem der Mann nicht bestehen zu können vermeint, weibliche Arbeitskräfte verschaffen, sie auspressen wie eine Zitrone — denn das Weib murrt ja nicht — sie von allen Vorteilen wie Pensionierung u. dergl. ausschließen und dies alles mit dem Bewußtsein, daß der Lohn nicht oder kaum die Lebensbedürfnisse deckt?

Da nun zahlreiche Frauen erwerben müssen, wollen sie nicht anders verhungern; da sie erwerben wollen, um nicht abhängig sein zu müssen, thätig sein wollen auf höheren Gebieten, um nicht ein leeres Leben zu führen, so ist, da die bestehenden weiblichen Arbeitsgebiete überfüllt sind, der Drang nach Ausdehnung der Gebiete, auf denen sich die Frau bethätigen kann, ganz natürlich und berechtigt, und es wäre Unrecht, diesem entgegentreten zu wollen. Wozu sich die Frau eignet, wozu nicht, das wird sich dann schon herausstellen; von vornherein aber sagen zu wollen: das und das Gebiet ist für die Frau geeignet, jenes aber nicht, ist nicht nur Anmaßung seitens des Mannes, sondern wissenschaftlich absolut nicht zu rechtfertigen. Es ist wissenschaftliche Methode, daß, wenn Intuition, Induktion und Deduktion nicht ausreichen, etwas zu ergründen oder zu erkennen, das Experiment zu Rate gezogen wird. — Welcher Art die Anlagen und die Befähigung der Frau sind, kann man nun von vornherein gar nicht wissen, dazu hat man sich stets viel zu wenig um die Frau gekümmert, sich viel zu wenig mit ihr beschäftigt, und was über die Frau gesagt und geschrieben ist, ist überdies noch im allgemeinen unbrauchbar, weil anerzogenes Vorurteil es diktierte. Aber selbst wenn wir uns an das aprioristische Urteil der Männer halten wollten, so würde sich dieses, wegen seiner Mannigfaltigkeit, als ohne jede Berechtigung erweisen; denn die Spinner und Weber beispielsweise sagen, daß die Frau sich wohl für den Setzkasten eignen möge, sicher aber nicht für ihr Fach, während die Buchdrucker sie für Textilindustrie und alles

[1] In Preußen gibt es etwa 600000 Arbeiterinnen, 1400000 Dienstboten und Mägde, 504000 Taglöhnerinnen etc., von den höheren Erwerbsarten nicht zu reden.
[2] Vgl. F. Stöpel, Soziale Reform.

andere eher als dafür tauglich erachten, Buchstaben zu Worten zu verbinden. Die Lehrer intrigieren eifrig gegen die weiblichen Konkurrenten und wollen dieselben gerne in die Verwaltungsfächer u. dergl. abschieben, während die Herren von der Post und Telegraphie sich mit Erfolg hiergegen sträuben. Der Arzt gibt gerne zu, daß das schlaue Weib zum Notfall einen Advokaten ausmachen könnte, das demütige Weib eine gute Gottesgelahrte; aber er fühlt sich beleidigt, wenn man ihm die Zumutung macht, anzuerkennen, daß seine Weisheit für weibliche Köpfe faßbar sein sollte.

Da das »Urteil von vornherein« also als nicht brauchbar sich erweist, weil Furcht vor Konkurrenz und Selbstliebe es beeinflussen, so kann, wie gesagt, einzig und allein das Experiment entscheiden, d. h. man muß der Frau die Freiheit geben, sich bethätigen zu können, wo und wie es ihre Fähigkeiten ihr gestatten, der Erfolg hier und der Nichterfolg da wird dann erlauben, ein gerechtes Urteil zu fällen; im allgemeinen wird man aber nicht zu besorgen brauchen, daß die Frau einen Mißgriff mache, da sie doch zweifelsohne besser weiß, was ihr frommt, als der Mann.

Allerdings gibt es hier noch gewaltige Hindernisse aus dem Wege zu räumen; denn die ganze Erziehung des Knaben war und ist eine solche, daß er die Frau notwendig als Größe zweiten Grades ansehen muß. Der Knabe, der nach dem Modus erzogen wird, daß er der Ernährer einer Familie dereinst sein soll, daß nur die Thätigkeit des direkt Erwerbenden von Bedeutung, die oft viel schwierigere ökonomische Verwaltungsthätigkeit der Frau aber kaum des Nahrungslohnes wert sei; der Knabe, der Dinge lernt, die dem Mädchen nicht gelehrt werden und die es daher nach der herrschenden Ansicht auch nicht verstehen kann; der Knabe, der in der Kriegsgeschichte der Männer groß geworden, in der natürlich für die Frau kein Platz ist, wird — er mag noch so edel und gut angelegt sein — ein Mann werden, der den Frauen nicht gerecht werden kann, weil er voll anerzogener Vorurteile ihnen gegenüber steht. — Wenn wir nicht durch die Erziehung darauf hinwirken, diese Vorurteile zu beseitigen, so müssen wir die Konsequenzen aus denselben auch weiterhin zum Nachteil unserer gesamten gesellschaftlichen Verhältnisse mit in den Kauf nehmen; wie verhängnisvoll aber sich diese Vorurteile erweisen, das mag man daraus ermessen, daß sogar bei den doch objektiv urteilen sollenden Männern der Wissenschaft diese anerzogene Voreingenommenheit die Veranlassung zu den schlimmsten Mißdeutungen anatomisch-physiologischer Thatsachen wird, daß »wissenschaftlich« neue Beiträge geliefert werden, um die Irrlehre von der weiblichen Inferiorität, zum Nachteile nicht nur der Frauen, sondern des ganzen Menschengeschlechts, zu festigen. Mit der Abweisung dieser Irrlehre ist aber noch keineswegs die Behauptung der Gleich*heit* des Mannes und Weibes verknüpft, im Gegenteil ist die körperliche und intellektuelle Verschiedenheit beider eine Thatsache und physiologische Notwendigkeit für die Erhaltung der Art durch den Reiz des Gegensätzlichen; aber — kann bei aller Verschiedenheit nicht Gleich*ordnung* bestehen, und wenn nicht, was berechtigte denn den Mann, *seine* Eigenart für höherwertig als jene

der Frau auszugeben? — Diese eingebildete Höherwertigkeit, diese Selbstüberschätzung des Mannes auf Kosten der Frau, sie ist für alle unzähligen Unbilden und Ungerechtigkeiten, die die Frauen erfuhren und erfahren, verantwortlich zu machen, sie auch gibt die Erklärung für die rätselhafte, weil widersinnige Erscheinung, daß manche Vertreter der Wissenschaft, die doch das Glück der Menschen zu fördern bestimmt ist, fortwährend Beleidigungen über Beleidigungen auf die Frauen häufen. — Wenn sich diese Erkenntnis dem unvoreingenommenen Sachkenner unter anderem bei dem Studium der Vererbungstheorien auf Schritt und Tritt aufdrängt, so wird ab und an aber ein solcher faux-pas gemacht, daß man sich selbst beleidigt fühlt.

Auf dem letztjährigen Anthropologenkongreß in Breslau war es, wo auch ein Herr A. (der Name thut nichts zur Sache, da es sich um sachliche Entgegnung handelt) sich gemüßigt fand, »Über die größere Bestialität des weiblichen Menschengeschlechtes in anatomischer Hinsicht« zu sprechen.

Zwar ist man geneigt, diesen Satz durch die dunkelste Schutzbrille zu betrachten und Bestialität mit Tierähnlichkeit zu übersetzen, wie denn auch der Redner des weiteren ausführte, daß »aus vielen Thatsachen sich beweisen läßt, daß das weibliche Menschengeschlecht überhaupt das beharrlichere, d. h. das unsern wilden Vorfahren näher stehende Geschlecht ist«; aber dann wäre es doch auch Pflicht gewesen, durch die Wahl eines anderen Wortes jede Zweideutigkeit zu vermeiden. Jedoch war es Herrn A. kaum darum zu thun; im Gegenteil spricht der Schlußsatz für die absichtliche Wahl des Fremdwortes. Er lautet: »Daß das weibliche Menschengeschlecht übrigens nicht nur anatomisch, sondern auch physiologisch noch heute das wildere Geschlecht ist, dürfte schon daraus hervorgehen, daß Männer wohl selten ihre Gegner kratzen oder beißen, während doch Nägel und Zähne noch immer zu den von dem weiblichen Geschlecht bevorzugten Waffengattungen gehören.«

Seit dem Kongreß ist jetzt ein Jahr verstrichen, mittlerweile der angezogene Vortrag auch im Korrespondenzblatt für Anthropologie (Nr. 10, 1884) wiedergegeben; aber noch ist kein Einspruch erhoben, so daß dies im Interesse der Wissenschaft entschieden notwendig wird.

Die Gründe, welche zur Stütze der oben citierten Behauptung herbeigebracht werden, sind folgende:

1) die geringere Körperhöhe des weiblichen Geschlechts;

2) die beim weiblichen Geschlechte häufiger vorkommenden höheren Grade der Dolichokephalie (Langschädelbildung);

3) die häufigere und stärkere Prognathie (Vortreten der Kiefer, Schiefzähnigkeit);

4) die gewaltigere Ausbildung der inneren Schneidezähne derselben;

5) der dem weiblichen Geschlechte (angeblich) vorwiegend zukommende Trochanter tertius (ein dritter Knochenvorsprung am Oberschenkel, als Muskelansatz dienend);

6) die beim weiblichen Geschlechte weniger häufig auftretende knöcherne Verwachsung des ersten Schwanzwirbels mit dem letzten Kreuzbeinwirbel;

7) die beim weiblichen Geschlechte häufiger vorkommende Anzahl von fünf Schwanzwirbeln;

8) die beim weiblichen Geschlechte häufiger auftretende Hypertrichosis (übermäßige bezw. starke Haarentwickelung);

9) die bei demselben seltenere Glatze (!!).

Was den ersten Grund anlangt, so liegt doch klar zu Tage, daß der Größenunterschied beider Geschlechter geradeso wie der Bartwuchs des Mannes ein Mittel ist, die wünschenswerte Gegensätzlichkeit zu fördern, welche allein das Verlangen nach Vereinigung erweckt; die beträchtlichere Größe ist nebst den anderen spezifisch männlichen Eigenschaften das, was das buntere Gefieder für den männlichen Vogel ist, das Werbekleid, mit dem er sich die Gunst des schlichten Weibchens erringen soll. Nebenbei gesagt haben die menschlichen Geschlechter ihre Rollen vertauscht, indem sich die Frau für den Mann schmückt. Dies findet in tiefen Mißständen in den menschlichen Verhältnissen seine Erklärung, in Verhältnissen, die den historischen männlichen Menschen stets als Numero Eins hinstellten, während allüberall in der ganzen organischen Natur sich alles um das weibliche Wesen dreht und das männliche Wesen, als in der Überzahl vorhanden, immer in zweiter Linie kommt. Bei den Menschen sollten auch die männlichen Individuen in der Mehrzahl sein, denn es werden noch heute auf 100 Mädchen 106 Knaben geboren; der Grund, warum sich aber dieses Verhältnis später so nachteilig verschiebt, ist unschwer in den verkehrten, aufreibenden Erwerbsverhältnissen, in der ausschweifenderen Lebensweise der Männer sowie in den männermordenden Kriegen zu erblicken, Faktoren, welche die Sterblichkeitsziffer der Männer um 9 Prozent vermehren[1].

Der zweite Grund beweist absolut nichts; denn das weibliche Geschlecht besteht doch nicht allein aus den mesokephalen (mittelschädeligen) Kaukasierinnen, sondern auch aus den langschädeligen Negerinnen und breitschädeligen Tartarinnen und Nordamerikanerinnen, und es ist noch keineswegs gesagt, daß die schmale Schädelbildung mit einer untergeordneten Entwickelung der Geistesgaben zusammenhängt, im Gegenteil ist ja die Klugheit der Langschädel bekannt. Außerdem ist der lange und schmale Schädel entschieden ein Schönheitszeichen der Frau.

Der dritte Grund beweist ebenfalls nichts, da, wenn auch die vorspringenden Kiefer bezw. die Schiefstellung der Zähne bei den Frauen häufiger sind, die stärksten Grade wiederum bei Männern vorkommen. Im übrigen dürfte es sich hier aber eher um einen pathologischen Zustand handeln; denn die Prognathie findet sich meist bei Menschen, die in der Kindheit an rhachitischen Ernährungsstörungen des Skeletts litten, ferner bei solchen, bei denen ein frühzeitiger Abschluß des Wachstums der Schädelkapsel statthatte, so daß das Gesichtsskelett gegenüber dem Hirnschädel

[1] Die Sterblichkeit der Knaben ist schon während der Fötalperiode, bei der Geburt und in den ersten Lebenstagen erheblich größer als die der Mädchen, so daß das Sexualverhältnis am Ende des ersten Lebensjahres schon beinahe ausgeglichen ist. Die Gründe dieses Verhaltens hat Dr. K. Düsing in seinem Buche „Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses“ u. s. w., Jena 1884, überzeugend dargelegt. Vergl. auch diesen Band des Kosmos, S. 60. D. Red.

sich stärker entwickelte. Es ist ja auch denkbar, daß eine Minderausbildung des Gehirns wegen Vorenthaltung oder ungenügender Darreichung geistiger Nahrung bei den Frauen ein geringeres Wachstum des Gehirnschädels gegenüber dem Gesichtsskelett veranlaßt, was aber nur eine Aufforderung für uns wäre, durch Gewährung besserer Geistesnahrung dafür zu sorgen, daß dies Verhältnis ein anderes würde.

Wenn viertens in der That bei Frauen die inneren Schneidezähne häufiger stärker ausgebildet zu sein scheinen, so ist dies absolut noch kein Beweis für irgendwelche größere Tierähnlichkeit, da kein Tier diese Eigenart des Zahnbaus besitzt; der Umstand aber, daß dieser Befund auffallend häufig bei rhachitischen Individuen vorkommt, dürfte ihn als direkt pathologisch erscheinen lassen.

Es beweist eine enorme Kurzsichtigkeit, wenn die unter 5 bis 7 aufgeführten Thatsachen (von denen überdies die erste keineswegs unter allen Völkern Gültigkeit hat; so will v. Török sogar den Trochanter tertius häufiger bei Männern gefunden haben) als Gründe für die Behauptung größerer Wildheit herangezogen werden, da dieselben, wie sogar jeder unbefangene Laie einsehen kann, sämtlich mit der stärkeren Entwickelung des Beckens sowie mit dem Mutterberufe der Frau zusammenhängen. In einigen Sprachen wird zur Bezeichnung des Weibes dem Worte für Mann, welches ja meist zugleich auch Mensch bedeutet, ein charakteristisches Merkmal der Weiblichkeit zugesetzt, beispielsweise auch im Englischen, wo aus womb-man = Schoß-mann, im Laufe der Zeit woman geworden ist. Wie wird doch hier der Gelehrte durch den Instinkt des Volkes beschämt!

Was achtens die stärkere Kopfhaarentwickelung anlangt, so ist dieselbe ein Schönheitszeichen der Frau und gibt doch zu gar keinem Vergleich mit irgendwelchen Bestien einen Anlaß, im Gegenteil dürften die am ganzen Körper mehr behaarten Männer eher noch tierähnlicher sein.

Der neunte Grund ist der lächerlichste und dennoch beste, da von ihm auf den Wert der vorhergehenden ein Rückschluß gestattet ist. Die Glatze ist zweifelsohne etwas Krankhaftes, sie ist in der Männerwelt sehr zu Hause und ein Beweis, daß die Männer viel unnatürlicher leben als die Frauen. Schade, daß Herr A. nicht noch angeführt hat, daß von hundert Männern drei eine verkehrte Farbenempfindung haben, während erst auf zweitausend Frauen eine Farbenblinde kommt, daß auf acht Stotterer männlichen Geschlechts erst eine stotternde Frau kommt u. s. w. Wenn man dem gegenüber die von Dr. Schwarzbach berichtete Beobachtung stellt, daß bei sechshundert Kaffern, die er untersuchte, anderthalbfache Sehschärfe (die durchschnittliche Sehschärfe der europäischen Kulturmenschen = 1 gesetzt) konstatiert wurde und kein Fall von Farbenblindheit zu finden war, wenn man erwägt, daß diese Völker keine Perückenmacher haben, so ist allerdings richtig, daß die Frauen glücklicherweise sich dem naturwüchsigen Menschen noch mehr nähern, wie es aber ebenso auch Männer thun, die eine natürlichere Lebensweise führen. Aber hieraus zu folgern, daß beide bestialischer sind, weil sie natürlicher, weil sie weniger krank sind — das kann nur große Voreingenommenheit fertig bringen.

Von der ungemein mangelhaften Logik, die dem ganzen Gedankengange des Herrn A. zu Grunde liegt, brauchen wir wohl nicht mehr viel zu sagen; es genügt, zu resümieren: weil also die Frau kein Mann ist, ist sie eigentlich kein Mensch, sondern ein Tier.

Welches Verständnis für Frauenangelegenheiten kann man hiernach aber von Männern erwarten, die in der Erkenntnis der leiblichen Frauennatur so unbewandert sind? — Wenn einem unvoreingenommenen Manne die erwähnten anatomisch-physiologischen Thatsachen neben krankhaften Erscheinungen aufgefallen wären, er hätte nach dem Zweck und Grund geforscht, anstatt durch die Erinnerung an die ihm schon in früher Jugend beigebrachte Lehre, daß die Frauen Menschen zweiten Grades seien, sich jedes Nachdenkens zu entheben.

Nicht mit Unrecht sagen Historiker, daß man den Bildungsgrad eines Volkes an der Stellung der Frau ermessen könne. Wie barbarisch müssen wir da in mancher Hinsicht noch sein, wenn der trunkene Proletarier seine Frau körperlich mißhandelt, die Polizei sich an den Geringsten vergewaltigen darf und Gelehrte die Frauen — beleidigen!

Wissenschaftliche Rundschau.

Biologie.

Das Problem der Vererbung.

(Schluß.)

5. Die Isotropie der Eizelle.

Das Idioplasma der Nägeli'schen Hypothese ist zunächst nur ein aus theoretischer Spekulation gewonnener Begriff. Die wissenschaftliche Begründung der Nägeli'schen Vererbungstheorie wird daher in erster Linie darauf gerichtet sein, diesen Begriff seiner bloß hypothetischen Bedeutung zu entkleiden, ihm den Wert einer realen Größe zu verschaffen.

Wie wir wissen, entsprang der Begriff der Ansicht, daß die gleichartige Übertragung der väterlichen und mütterlichen Eigenschaften auf den kindlichen Organismus die Übertragung äquivalenter Stoffmengen voraussetze. Nachdem durch Hertwig's, Strasburger's und anderer Forschungen die Kopulation der Kerne der Fortpflanzungselemente als das Wesen des Befruchtungsprozesses erkannt worden ist, nachdem Hertwig und andere gezeigt haben, daß gewöhnlich keine oder doch nur ganz unbedeutende Größendifferenzen der kopulierenden Kerne bestehen, daß, wie van Beneden z. B. für *Ascaris megalocephala* nachwies, aus den beiden gleich großen Kernen vier Schleifen hervorgehen, von denen je zwei als Abkömmlinge des Chromatins des Eikerns und Samenkerns erwiesen sind, daß die vier Schleifen sich bei der Furch-

ung so spalten und verteilen, daß jede Tochterzelle zwei männliche und zwei weibliche Schleifenteile erhält, ist der thatsächliche Beweis der Äquivalenz der kopulierenden Teile, des Ei- und Spermakernes erbracht. Die Eltern vererben also ihre Eigenschaften durch das Medium der Kerne ihrer Fortpflanzungselemente. Deshalb faßt Hertwig das Nukleïn als die dem Idioplasma entsprechende Substanz auf. Nicht nur funktionell äußert sich die Identität mit dem Idioplasma, sondern auch morphologisch, da sich das Nukleïn in einem organisierten Zustand befindet.

Neben den uns bereits bekannten Thatsachen der Befruchtung führt Hertwig[1] jene unter dem Namen »Isotropie der Eizelle« durch Pflüger[2] zuerst bekannt gewordenen Thatsachen für seine Ansicht ins Feld, daß das Nukleïn dem Idioplasma Nägeli's gleich das formbildende Prinzip ist, daß an die Kernsubstanz die Kräfte gebunden sind, durch welche die Organisation des Tieres bestimmt wird.

An Froscheiern läßt sich eine pigmentreiche schwarze Hemisphäre und eine pigmentfreie weiße Hälfte unterscheiden. Vor der Befruchtung nehmen dieselben nach Pflüger im Wasser jede beliebige Lage an. Bald ist die pigmentierte Hälfte nach oben, bald nach unten, bald nach rechts, bald nach links gekehrt. Die Verbindungslinie der beiden Eipole, d. h. der Mittelpunkte der schwarzen und weißen Hemisphäre, die Eiachse, kann also mit der Richtung der Schwerkraft beliebige Winkel bilden. Die Befruchtung aber wirkt auf das Ei richtend. Es stellt sich die Achse vertikal und zwar so, daß bald alle Eier ihre schwarze Hemisphäre nach oben, die weiße nach unten richten. Erfolgt nun die Furchung des Eies, so wird stets beobachtet, daß die Schneidungslinie der beiden ersten Furchungsebenen mit der Eiachse zusammenfällt. Die dritte Furchungsebene schneidet diese senkrecht. Die nächstliegende Interpretation, welche diese Thatsachen bisher auch erfuhren, ist die, daß zwischen der Eiachse und den Teilungsrichtungen eine wesentliche Beziehung bestehe, ohne daß man allerdings eine speziellere Ursache dieser Beziehungen erkannt hätte. Pflüger warf nun zuerst die Frage auf: Sind diese Beziehungen vielleicht nicht nur scheinbare und darin begründet, daß die Eiachse zufällig mit der Richtung der Schwerkraft zusammenfällt? Würde also, wenn es gelänge, jene nach der Befruchtung eintretende Drehung der Eiachse zu verhindern, wenn es gelänge, die Eiachse in schiefer Lage zu halten, die Schneidungslinie der beiden ersten Furchungsebenen mit der Richtung der Schwerkraft zusammenfallen oder wieder mit der durch die Zwangslage des Eies veränderten Richtung der Eiachse?

Die willkürliche Fixierung gelang. Die ersten Furchungsebenen standen, welches auch die Richtung der Eiachse sein mochte, stets senkrecht, folgten also der Richtung der Schwerkraft. Die dritte steht auf beiden senkrecht. Da sich auch aus diesen in Zwangslage gehaltenen Eiern normale Tiere entwickelten, war Pflüger zu dem Satz berechtigt:

[1] Prof. Dr. Osc. Hertwig: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. Jena, G. Fischer 1884.

[2] Pflüger: Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Teilung der Zellen und auf die Entwickelung des Embryo. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. XXXII.

»Ein und dasselbe Ei kann sich bei der ersten Entwickelung in sehr verschiedenen Richtungen teilen, je nachdem man willkürlich den Winkel wählt, den die Eiachse mit der Richtung der Schwerkraft macht.«

Ist also die Materie des Eies gleichwertig oder, wie PFLÜGER sich ausdrückt, isotrop? Steht die Organisation des werdenden Tieres ebenso außer Beziehung zur Eiachse wie die Meridiane und Parallelkreise der ersten Furchungen? Oder sind die Dotterteilchen des Eies von Anfang an in der Art gesetzmäßig geordnet, daß aus einem bestimmten Teil auch immer nur ein bestimmtes Organ hervorgehen kann? Aus der Beobachtung PFLÜGER's, daß sich das Rückenmark immer aus der weißen Hemisphäre entwickelte, möchte man geneigt sein, zu schließen, daß die Entwickelung der Organe in keiner Abhängigkeit zur Wirkung der Schwerkraft stehe, daß also die Entwickelung derselben auf präexistierende Keime zurückzuführen sei, eine Gleichwertigkeit, eine Isotropie der Eimaterie nicht bestehe. Wenn aber dann doch wieder PFLÜGER den Gastrulamund an beliebiger Stelle der weißen Hemisphäre entstehen lassen kann, je nachdem er die Eiachse zur Schwerkraft stellt, dann folgt daraus wenigstens eine bedingte Isotropie. »Die Medianebene des Embryos, schreibt PFLÜGER, ist bei Eiern mit geneigter Achse die des vertikal stehenden primären Meridians.« Alle primären Meridiane sind, da der Satz für jede Richtung der primären Achse gültig ist, gleichwertig. Aber immer bestimmt der der Richtung der Schwerkraft folgende die Organisation. Auf der einen Seite der lotrecht stehenden primären Meridianebene entsteht die rechte, auf der andern Seite die linke Hälfte des Organismus. »Die embryonale Anlage wird aber stets gefunden auf derjenigen Hälfte des lotrechten primären Meridians, welche bei schiefliegender primärer Achse die obere ist.« Die Organisation wird also nicht durch die Eiachse, sondern durch die Schwerkraft bestimmt. Die einzelnen Teile einer Meridianhälfte können aber nicht als gleichwertig betrachtet werden. Denn der Urmund und das zentrale Nervensystem entstehen wie gesagt stets von der weißen Hemisphäre aus. »Hier ist der Krystallisationspunkt der spezialisierten Organisation. Von hier aus entsteht der Kopfteil des Nervensystems stets in der Richtung nach dem schwarzen, der Steißteil stets in der Richtung nach dem weißen Pol.«

»Die Eisubstanz hat demnach eine meridiale Polarisation.« Nach PFLÜGER haben wir uns auf jeder Meridianhälfte eines Eies in der Richtung dieser Linie polarisierte, für alle Hälften gleichwertige Molekülreihen vorzustellen. Jede dieser Reihen kann zur herrschenden werden. Im gegebenen Fall bestimmt die Schwere allein vermöge der Richtung der Eiachse, welche dieser Molekülreihen diesen bevorzugten Rang einnehmen soll. Es ist jeweilen diejenige, welcher allein im Ei die Eigenschaft zukommt, im vertikalen primären Meridian zu liegen. PFLÜGER denkt sich, »daß zur Zeit, wo alle meridial gerichteten Molekülreihen gleichwertig sind, die Schwerkraft eine Molekülreihe von vielleicht ganz geringer Ausdehnung bevorzugt, so daß nur diese organisierend wirkt und allmählich alles Nährmaterial für ihre Wachstumstendenz verbraucht.«

Eine wesentliche Beziehung des befruchteten Eies zur

späteren Organisation bestünde demnach nicht, »so wenig als die Schneeflocken in einer wesentlichen Beziehung zu der Größe und Gestalt der Lawine stehen, die unter Umständen aus ihnen sich entwickelt.« Wenn aus dem Keim immer das gleiche entsteht, so ist das darin begründet, daß er immer unter denselben Bedingungen steht. Gewisse durch die Schwerkraft bevorzugte Molekülreihen ziehen vermöge ihrer Affinitäten benachbarte Moleküle allmählich an, »so daß die Organisation sich ausbreitet, in jedem Moment ebenso notwendig, als die Lawine beim Fallen wächst.«

»Wie ein Krystallstäubchen, das in ein riesiges mit gesättigter Lösung gefülltes Glas fällt, zu einem großen regelmäßigen Körper sich ausbildet, weil die bereits geordneten Teilchen die aus der Lösung angezogenen ebenfalls wieder ordnen und in einen festen Aggregatzustand überführen«, so soll auch der winzige Keim, der durch eine organisierte Molekülgruppe gebildet wird, also der idioplasmatischen Anlage entspricht, in dem Ei zum normalen Organismus auswachsen. Die Wiederbildung verlorener Gliedmaßen muß alle Zweifel, die man gegen die Annahme präexistierender Keime haben könnte, beseitigen. Wird z. B. einem Salamander ein Finger abgeschnitten, so wächst wieder ein neuer Finger. Die exstirpierte Hand, selbst der exstirpierte Arm können sich wiederbilden. Wenn aber immer das sich neubildet, was verloren ging, so kann doch nicht die stete Neubildung in dem Vorhandensein von vorgebildeten Keimen liegen. »Die Wundfläche des Armstumpfes hat Nährmaterial angezogen und die Moleküle desselben organisiert zu einem Arme. Die ordnende Kraft aber ist eine Molekularkraft, die von der lebendigen Substanz des Stumpfes aus nicht in die Ferne wirken kann, sondern nur dadurch, daß sie die in die Aktivitätssphäre ihrer Moleküle geratenden Nährmoleküle anzieht, an bestimmte Orte treibt und so gleichsam eine neue lebendige Schicht auf sich niederschlägt. Wie nun diese neue Schicht organisiert ist, hängt von dem Gesetz der Organisation, d. h. von der Molekularanordnung und dem chemischen Zustand in der Oberfläche ab, auf welche sich jene Schicht absetzt. Es ist der Zustand dieser Schicht mit einem Wort die mathematisch notwendige Folge des Zustandes jener ältern generierenden Schicht. Weil aber bei der embryonalen Entwickelung diese letztere Schicht auch schon da war, ehe die heute neu erzeugte entstand, so mußte diese damals genau so entstehen, wie sie jetzt zum zweitenmale entstand.«

Aus einer Anzahl der meridial polarisierten Molekülgruppen, die alle die volle Fähigkeit besitzen, einem neuen Organismus den Ursprung zu geben, soll durch die Schwerkraft, wie wir sahen, eine zur bestimmenden werden. Welches ist das Schicksal der andern, die ihre nächste Bestimmung dieser einen Gruppe opfern mußten? Nehmen wir an, daß sie zum Aufbau der Geschlechtsorgane verbraucht werden und hier einem allgemeinen Gesetz verfallen, das sich allerorten im Organismus geltend macht. Wie die Muskeln die Nährsubstanz in Muskeln verwandeln, Nerven in Nervensubstanz, so würden jene früher im befruchteten Ei meridial polarisierten Moleküle in den Generationsorganen Moleküle identischer Organisation aus dem Nährmaterial prägen. »So begreift man,

warum aus dem Ei ein Organismus entsteht, der dem elterlichen gleicht, und warum das Kind Molekülgruppen erzeugt, identisch denen, aus welchen es selbst entstand.«

Daß diese Beobachtungen, durch welche Pflüger ein ganz neues Forschungsgebiet eröffnet hat, durchaus dazu angethan waren, andere Untersuchungen über den Einfluß der Schwerkraft auf die Richtung der Furchungsebenen anzuregen, liegt auf der Hand. Hier ist nun allerdings nicht der Ort, um auf alle diese Arbeiten [1] einzutreten. Wir beschränken uns auf die Darlegung der diesbezüglichen Hertwig'schen Arbeit.

An Seeigeleiern beobachtete Hertwig, daß die erste Furchungsebene bald vertikal, bald horizontal, bald in schräger Richtung verläuft, daß also hier »die Schwerkraft nicht schlechtweg einen richtenden Einfluß auf die Lage der Teilungsebene tierischer Eier ausübt, daß sie mithin auch keine Kraft ist, welche nach einem uns noch unbekannten Gesetz die tierische Organisation in weitgehender, tief eingreifender Weise beherrscht«.

Es wird sich nach diesem negativen Resultate nun darum handeln, nach den Ursachen zu forschen, durch welche die gesetzmäßige Aufeinanderfolge der ersten Furchungsebenen und ihre in vielen Fällen nachweisbare gesetzmäßige Orientierung im Raum hervorgerufen wird.

Die tierischen Eier bestehen aus zwei ihrer Bestimmung nach verschiedenen Dottermassen, aus dem Nahrungs- und dem Bildungsdotter. Bei kleinen Eiern, welche nur sehr geringe Mengen von Nahrungsdotter enthalten, ist derselbe gleichmäßig durch den Eiinhalt verteilt. Der Schwerpunkt des kugeligen Eies fällt also in die Mitte der Kugel. Wo größere Mengen von Nahrungsdotter vorkommen, beobachten wir, daß an der Oberfläche der einen Eihälfte sich die aktive, protoplasmareiche Substanz, der Bildungsdotter, fast völlig frei von Nahrungsdotter hält, während auf der entgegengesetzten Seite dieser in reichlichen Mengen sich anhäuft, so daß also nunmehr die Verteilung des Materials einen formativen oder animalischen und einen vegetativen Pol unterscheiden läßt. Bei diesen Eiern richtet sich der animalische Pol im Wasser stets nach oben. Die Eiachse ist lotrecht, der Schwerpunkt exzentrisch, mehr oder weniger nach dem vegetativen Pol verschoben. Die Froscheier gehören zu diesen letzteren, einachsigen Eiern, und man beobachtet denn auch entgegen der von Pflüger angenommenen Indifferenz der unbefruchteten Eier, daß auch sie nur viel langsamer als die befruchteten Eier sich durch Drehung so einstellen, daß die Achse lotrecht wird.

Die Anordnung der Eisubstanz wird aber nicht durch die Schwere allein oder auch nur vorzüglich bestimmt, sondern noch wirkungsvoller durch in den Eisubstanzen selbst gelegene Kräfte; wie denn die Beobachtung, daß nach der Verschmelzung des Spermakerns und Eikerns die

[1] Born, Über den Einfluß der Schwere auf das Froschei, in der Breslauer ärztlichen Zeitschrift 1884, No. 8. — W. Roux, Über die Entwickelung der Froscheier bei Aufhebung der richtenden Wirkung der Schwerkraft, in der Breslauer ärztlichen Zeitschrift 1884, Nr. 6. — Rauber, Schwerkraftversuche an Forelleneiern. Ber. Naturf. Ges. zu Leipzig, 12. Febr. 1884. — O. Hertwig, Welchen Einfluß übt die Schwerkraft auf die Teilung der Zellen? Jena, G. Fischer, 1884.

Plasmateilchen, welche den Furchungskern umgeben, sich in radiärer Richtung ordnen, nur so zu deuten ist, daß dieser zu einem Kraftzentrum in der Zelle geworden ist. Die Lage des Furchungskernes betreffend beobachtet man, daß derselbe stets in der Nähe des animalen, protoplasmareichen Poles sich befindet, also nur bei den Eiern des alecithalen Typus[1] wirklich zentral liegt. Mit Hertwig können wir also sagen: »Der Kern, von welchem auf das Protoplasma Kraftwirkungen ausgehen, sucht stets die Mitte seiner Wirkungssphäre einzunehmen.«

Verteilung der Dottersubstanz und Lage des Kerns sind nun die die Teilungsrichtung wesentlich bedingenden Faktoren. Aus der früher beschriebenen Teilung des Keimkerns ist uns erinnerlich, daß vor Beginn der Eiteilung aus einem Kraftzentrum zwei Kraftzentren entgegengesetzter Lage wurden, dargestellt durch die Pole der Kernspindel, »um welche die Plasmateilchen in zwei Strahlenfiguren sich anordnen, wie Eisenfeilspäne um die Pole eines Magneten.«

Die Verbindungslinie der beiden Kraftzentren ist die Kernachse. Durch sie wird die Lage der Teilungsebene bestimmt, indem diese die Kernachse stets rechtwinkelig schneidet.

Was bedingt aber die Stellung der Kernachse? Die Lage derselben steht in einem Abhängigkeitsverhältnis zur Form und Differenzierung des den Kern umhüllenden protoplasmatischen Körpers, indem sich die zwei Kraftzentren, die vor der Furchung aus dem Furchungskern hervorgehen, in der Richtung der größten Protoplasmaansammlung bilden. »So kann in einer Protoplasmakugel, wenn sie sich zur Teilung anschickt, die Achse des zentral gelagerten Kernes in der Richtung eines jeden Radius zu liegen kommen, in einem eiförmigen Protoplasmakörper dagegen nur in den längsten Durchmesser. In einer kreisrunden Protoplasmascheibe liegt die Kernachse parallel zur Oberfläche derselben in einem beliebigen Durchmesser des Kreises, in einer ovalen Scheibe dagegen wieder nur im längsten Durchmesser.« Ist also ein Ei polar differenziert, d. h. sind die Substanzen so verteilt, daß ein animaler und ein vegetativer Pol zu unterscheiden ist, dann wird die Furchungsebene notwendig vertikal stehen, denn die leichtere protoplasmatische Substanz wird dann scheibenartig um den animalen Pol ausgebreitet sein, die Kernspindel also horizontal liegen.

Wenn nun Pflüger die Froscheier in Zwangslage bringt, also jene Rotation, durch welche die Eier die ihrem Schwerpunkt entsprechende Lage einzunehmen bestrebt sind, hindert, dann wird dadurch nicht auch eine Verschiebung und Umlagerung der verschiedenen Substanzteile in der Kugel gehindert, wie Born durch direkte Beobachtungen an Froscheiern und Rauber an Forelleneiern konstatieren konnten. Der Kern mit

[1] Nach der Menge und Anordnung des Nahrungsdotters unterscheidet man nach dem Vorgang von Balfour 1) alecithale Eier mit keinem oder wenigem und gleichförmig verteiltem Nahrungsdotter; 2) telolecithale Eier: der Nahrungsdotter ist an einem Pol konzentriert; und 3) centrolecithale Eier: der Nahrungsdotter ist im Mittelpunkt des Eies angehäuft. (Bd. I, S. 105 d. Vergl. Embryologie.

der sich um ihn ansammelnden protoplasmatischen Substanz wird in die höchste Stelle des Eies hinaufrücken, also seine normale Lage einnehmen und dadurch die erste Furchungsebene zwar außer Beziehung zur Eiachse, aber in gewohnter Abhängigkeit zur Kernachse stehen.

So hat also Hertwig den für seine Auffassung, daß die Kernsubstanz das Idioplasma sei, höchst wichtigen Nachweis geliefert, daß die Kräfte, durch welche die Organisation des Tieres bestimmt wird, an die Kernsubstanz gebunden sind.

Indem somit der hypothetische, spekulative Begriff Idioplasma zu einem reellen geworden ist, indem das Nukleïn als Träger der Vererbung, als Sitz der die Organisation regulierenden Kraft bekannt wurde, durch die Thatsachen also die Idioplasmatheorie Halt zu gewinnen scheint, wird ihr in Wirklichkeit durch Hertwig der Boden unter den Füßen weggezogen. Wenn das Idioplasma in dem Kern seinen Sitz hat, dann können wir uns das idioplasmatische System nicht mehr als ein durch den ganzen Körper zusammenhängendes Netz vorstellen, dann sind auch alle jene auf dynamischem Weg erfolgenden Erregungen nicht mehr denkbar. Es wird also die Nägeli'sche Hypothese durch die Thatsachen der Befruchtung einer eingreifenden Revision bedürftig.

6. Strasburger's Vererbungstheorie.

Strasburger versucht das zerstörte Gebäude wieder aufzurichten, die Nägeli'sche Idioplasmatheorie den aus dem Befruchtungsprozeß gewonnenen Thatsachen anzupassen.

An die Spitze seiner Erörterungen stellt er den Satz: »Da das Kind nur durch Vermittelung des Zellkerns die Eigenschaften von dem Vater erbt, so müssen in den Eigenschaften der Kerne die spezifischen Charaktere des Organismus begründet sein.« Der Kern besteht, wie uns aus früheren Darlegungen schon bekannt, aus zwei verschiedenen Substanzen. Der im Ruhezustand meist vielfach gewundene Kernfaden, welcher aus einer glashellen Grundsubstanz, dem Nukleo-Hyaloplasma, besteht, in die kleine Körnchen, die Nukleo-Mikrosomen, eingebettet sind, repräsentiert die organisierte Kernsubstanz. Sie liegt im Kernsaft, welcher die Kernhöhle füllt. Eine vom umgebenden Cytoplasma gebildete Hautschicht stellt die Kernwandung dar. Durch sie wird der direkte Kontakt zwischen den Windungen des Kernfadens und dem Netzwerk des Cytoplasmas hergestellt. Denn die Kernwandung ging durch Verengerung der Maschen aus diesem hervor. Ein einziger Faden bildet das Kernfadengerüste, wie es namentlich bei der Teilung deutlich wird, die durch die Verkürzung des Fadens eingeleitet wird. Der verkürzte, dafür nun verdickte Faden besteht aus Scheibchen, deren einer Teil durch die Mikrosomen gebildet wird, zwischen welchen als schmale Streifen sichtbar die Hyaloplasmascheibchen liegen. Es ist das nur ein Teil des im Fadengerüste ursprünglich vorhandenen Hyaloplasmas, so daß also das Nukleo-Hyaloplasma zum Teil nutritiv, zum Teil formativ ist. Dieses ist dem Idioplasma Nägeli's äquivalent.

Soweit fallen STRASBURGER's Vorstellungen prinzipiell mit HERTWIG's Anschauungen zusammen.

Wenn nun STRASBURGER dieses Nukleo-Idioplasma durch ein Cyto-Idioplasma, ein Idioplasma »zweiten Ranges« ergänzt, so führt er den Schritt aus, durch welchen die Grundprinzipien der NÄGELI'schen Hypothese erhalten bleiben und damit den Vererbungserscheinungen ihr mechanischer Charakter gewahrt wird. Auch das Cyto-Idioplasma soll gleich dem Nukleo-Idioplasma nicht ein spekulativer Begriff sein. Vielmehr sollen die Eigenschaften des Zellenplasmas für seine Existenz sprechen. Auch in ihm ist ein Hyaloplasma zu unterscheiden, ein Netzwerk, dem allerdings das festere Gefüge des Nukleo-Hyaloplasmas fehlt. Die bei der Kernteilung zu beobachtenden Vorgänge sollen die Unterscheidung eines nutritiven und eines formativen Cyto-Hyaloplasmas rechtfertigen. Bei der indirekten Kernteilung werden vom Cyto-Hyaloplasma die Fäden der Kernspindel, NUSSBAUM's achromatische Teile der Kernspindel, erzeugt. Daß diese einen führenden, richtenden Einfluß auf den äquatorial gelegenen chromatischen Teil, die »Kernplattenelemente« ausüben, wurde früher anläßlich der Besprechung der Teilung des Keimkerns erwähnt. Bei den Pflanzen geht aus diesen Fäden, die nach STRASBURGER eben das formative Cyto-Hyaloplasma repräsentieren, die junge Scheidewand hervor, und durch äquatoriale Teile dieser Fäden, welche als äußerst zarte Verbindungsfäden in der Scheidewand verbleiben, wird der Zusammenhang zwischen den einzelnen Cytoplasten des Pflanzenkörpers unterhalten. Ist das Nukleo-Idioplasma der Träger der erblichen Eigenschaften, so kommt dem formativen Teil des Cytoplasmas in bezug auf die Entwickelungsvorgänge gleiche Bedeutung zu. Als Träger der Entwickelung ist ihm daher die Dignität von Idioplasma zuzusprechen. Damit legt allerdings STRASBURGER dem Begriff eine etwas weitere Bedeutung bei, als ihm ursprünglich zukommt.

Die Wechselwirkung zwischen dem Nukleo-Idioplasma und dem Cyto-Idioplasma denkt sich STRASBURGER ebenfalls als eine dynamische. Vom Zellkern pflanzen sich auf das umgebende Cytoplasma molekulare Erregungen fort, welche teils die Vorgänge des Stoffwechsels der Zelle beherrschen, teils dem durch die Ernährung bedingten Wachstum des Cytoplasmas einen bestimmten, der Spezies eigenen Charakter geben. Doch wirkt auch wieder das Cytoplasma auf den Kern zurück. Es regt seine Teilung an, besorgt seine Ernährung. Die Zellkerne bestimmen die Entwickelung des Cytoplasmas, dieses hinwieder veranlaßt, indem es sich selbst verändert, den Zellkernen also veränderte Nahrungsstoffe zuführt, die Veränderung der Kerne.

Was veranlaßt aber die Entwickelung der lebenden Substanz? Bedingung derselben ist das Wachstum. Ob die durch aktives Wachstum erzeugte Spannungsverschiedenheit, die als Reiz wirkend durch das ganze System der Micellengruppen sich in gesetzmäßiger Weise fortpflanzt, die direkte Ursache ist oder ob in der molekularen Anordnung der bevorzugten Molekülgruppen die ordnende Kraft besteht, welche die in die Aktivitätssphäre ihrer Moleküle geratenen Nährmoleküle anzieht und an bestimmte Orte treibt, ist nicht zu sagen. Es sind das hypothetische,

durch direkte Beobachtungen nicht zu kontrollierende Vorstellungen. Eines aber, dafür spricht die Isotropie der Eizelle, vor allem die Wiederbildung verlorener Gliedmaßen, ist die unabweisbare Voraussetzung jeder wissenschaftlichen Vorstellung über die Entwickelung: es darf die Entwickelung der Anlagen nicht auf vorgebildete Keimchen zurückgeführt werden; es muß also aus dem molekularen Bau des vorangehenden Zustandes jeder folgende Zustand erklärt werden. Der molekulare Aufbau der von den Eltern übernommenen Substanz, so stellt sich Strasburger vor und lehnt sich damit an Nägeli's Hypothese an, zwingt das Wachstum in bestimmte Bahnen. Die Reihenfolge der unmittelbar wirkenden Ursachen der Ontogenie ist phylogenetisch bestimmt worden.

Auch die Erscheinung, daß die Organismen, wenn sie am Schluß ihrer Entwickelung angelangt sind, wieder zu den Anfangsstadien zurückkehren, d. h. Keimzellen produzieren, daß also das Idioplasma, nachdem es im Lauf der Ontogenie sich vielfach geändert hat, wieder zu seiner ursprünglichen Beschaffenheit zurückkehrt, ist nach Strasburger zunächst phylogenetisch zu erklären. Wir verweisen mit Strasburger auf das von Nägeli ausgesprochene phylogenetische Entwickelungsgesetz: »Die idioplasmatischen Anlagen, welche die Bildung der Keime bewirken und somit der allerletzten, die Ablösung der Keime bedingenden Anlage vorausgehen, entfalten sich auf der untern Stufe nur einmal und bedingen mit der letzten Anlage auch die Fortpflanzung. Auf der höhern Stufe werden sie mit Ausschluß der allerletzten Anlage wiederholt erregt und zur Entfaltung gebracht, wodurch die Ontogenie einen entsprechenden Fortschritt erfährt. Die allerletzte Anlage der Ontogenie, welche die Ablösung der Keime bedingt, tritt auf dieser höhern Stufe um eine oder mehrere Zellgenerationen später ein.«

Indem dem Begriff Idioplasma eine doppelte Bedeutung beigelegt wird, indem neben dem Kernidioplasma, welches seiner Funktion gemäß allein sich mit dem Nägeli'schen Idioplasma deckt, ein im Zellkörper ausgebreitetes Cyto-Idioplasma, das jenem subordiniert ist, angenommen wird, bleibt die Möglichkeit der Vorstellung, daß das gesamte Idioplasma netzartig im Organismus ausgebreitet sei, und damit alle auf dieser Annahme basierenden Folgerungen erhalten. Zwischen beiden Idioplasmen besteht allerdings keine wirkliche Verbindung, indem etwa Cyto-Idioplasmastränge in Nukleo-Idioplasmastränge übergingen, sondern nur ein Kontakt, durch welchen ja die Fortleitung dynamischer Erregungen hinreichend gesichert ist.

Zu wiederholten Malen betonten wir, daß der Nägeli'schen Theorie großer Scharfsinn nicht abgesprochen werden kann; ebensowenig können wir aber verschweigen, daß die Einfachheit ihre vorzüglichste Seite nicht ist. Wenn Strasburger, wohl im Gefühl, daß ein so streng logisch durchdachtes System auch auf der Basis der neuen Thatsachen gehalten werden müsse, zumal da ja die Tendenz, die Lebenserscheinungen nicht nur formell, sondern wirklich mechanisch zu erklären, gewiß allseitig be-

grüßt wird, dieselbe durch den idioplasmatischen Dualismus zu retten sucht, so ist die Theorie durch die Anpassung an fundamentale Thatsachen nicht vereinfacht worden.

7. Die Kontinuität des Keimplasmas.

Wir wollen zum Schluß einer Hypothese Erwähnung thun, die von ihrem Autor[1] als die Kontinuität des Keimplasmas bezeichnet wurde und insofern eine Vererbungstheorie ist, als sie die Fähigkeit der Keimzelle, den Organismus, welcher sie erzeugte, bis in alle Einzelheiten zu reproduzieren, erklären will.

Haeckel hat zuerst die Fortpflanzung als ein Wachstum über das individuelle Maß hinaus bezeichnet. Wenn einzellige Organismen, nachdem sie eine gewisse Größe erreicht haben, sich in zwei quantitativ und qualitativ gleiche Teile teilen, dann kann uns die Übereinstimmung der Nachkommen mit den Eltern nicht überraschen. Denn die Deszendenten sind in diesem Fall den Eltern materiell genau gleich. Wenn diese Gleichheit während des Wachstums erhalten bleibt, so liegt das im Wesen der Assimilation begründet. Die Organismen besitzen die Fähigkeit, ihre Nährstoffe in ihre Leibessubstanz umzuwandeln.

Es läßt sich also nach dem Vorgange von Weismann die Vererbung einzelliger Organismen auf die Kontinuität des Individuums, dessen Leibessubstanz sich durch Assimilation fort und fort vermehrt, zurückführen. Aber schon bei mehrzelligen Wesen kann von einer solchen Kontinuität des Individuums nicht mehr gesprochen werden. Da diese sich nicht durch einfache Teilung fortpflanzen, so wird auch nicht die Qualität der gesamten Körpermasse der elterlichen Individuen auf den oder die kindlichen Organismen übertragen. Für sie ist die geschlechtliche Fortpflanzung die Grundlage ihrer Vermehrung. Hierbei ist aber die Fortpflanzung nur an ganz bestimmte Zellen gebunden, die sich den übrigen somatischen Zellen als Keimzellen gegenüberstellen lassen, da sie funktionell ja nicht sowohl für das Individuum als für die Art, deren Erhaltung ihnen obliegt, Bedeutung haben.

Wie kommt aber die eine Keimzelle dazu, den ganzen Körper mit all seinen Einzelheiten zu wiederholen? Nussbaum glaubte durch die Annahme, daß die für die Keimzellen bestimmten Stoffe früh von den andern sich scheiden, die Erklärung des Phänomens zu geben. Er sieht also in der Kontinuität der Keimsubstanz die Ursache jener spezifischen Eigenschaft der Keimzelle. Wenn somit ein mehrzelliger Organismus aus einer Zelle sich entwickelt, so ist in der Assimilation die Entwickelung, d. i. das Wachstum begründet; daß dessen Deszendenten in gleicher Weise sich entwickeln, beruht darauf, daß ein Teil der Keimzelle des mütterlichen Organismus sich zur Bildung der Keimzelle des kindlichen absondert.

Die Kontinuität der Substanz der Keimzelle ist nun in der That für viele Fälle sicher erwiesen. Bei gewissen Insekten beginnt die Ent-

[1] Prof. Dr. Aug. Weismann, Über die Vererbung. Jena, G. Fischer 1883.

wickelung des Eies zum Embryo damit, daß ein paar kleine Zellen sich von der Hauptmasse des Eies abschnüren, und diese sind die Keimzellen, die später in das Innere des sich formenden Tieres aufgenommen zu den Fortpflanzungsorganen desselben verwertet werden.« Aber diese Fälle frühzeitiger Scheidung sind doch nur die Ausnahmen. Es wird sich deshalb fragen, ob eine so frühzeitige Reservierung der Substanz der Keimzellen die unerläßliche Bedingung der Kontinuität des Keimplasmas ist.

Die im Zellleben sich manifestierenden Unterschiede zwischen den »unsterblichen Keimzellen« und den »vergänglichen Körperzellen« führt WEISMANN darauf zurück, »daß in der Keimzelle beiderlei Plasmaarten potentia enthalten sind, die sich nun nach dem Eintritt der embryonalen Entwickelung früher oder später in Form gesonderter Zellen von einander trennen.« Insofern die Konstitution der Moleküle des Keimplasmas schon vor Beginn der Entwickelung festgestellt wurde, bleibt es nun für die Vererbung gleichgültig, ob die Trennung früher oder später erfolge. — Da es im Wesen der Assimilation begründet ist, daß die Nahrungspartikel in einem bestimmten organisierten Teil in seinesgleichen umgewandelt werden, so werden auch die Moleküle des Keimplasmas unter günstigen Ernährungsbedingungen wachsen und sich vermehren können, ohne daß dadurch schon ihr Wesen geändert, also die Vererbungstendenzen, deren Träger sie sind, geändert würden.

Eine solche Anschauung überträgt also den Fortpflanzungsprozeß der einzelligen Wesen in seinem Prinzip auf die mehrzelligen. Beim einzelligen Individuum ist eben das ganze Individuum zugleich Keimzelle, fortgesetzte Teilung der Keimzelle, d. h. Kontinuität des Keimplasmas ist also auch hier das Wesen der Fortpflanzung. Beim mehrzelligen ebenfalls. Aber hier ist mit der Bildung der neuen Keimzelle die individuelle Grenze noch nicht fixiert. Die Keimzelle wird von vielen anderen Zellen umgeben, deren Gesamtheit erst die höhere Einheit des Individuums bildet.

Wir stehen so vor der Frage: Wie kommt es, daß das Plasma der Keimzelle höherer Tiere solches Plasma potentia enthält, welches fähig ist, sich zu den Körperzellen zu entwickeln?

WEISMANN beantwortet die Frage phylogenetisch durch Reflexionen über den Ursprung mehrzelliger Organismen aus einzelligen. An der Thatsache dieser Entwickelung ist nicht zu zweifeln.

Eine aus gleichartigen Zellen zusammengesetzte Zellkolonie, wie sie in der gegenwärtigen Fauna z. B. durch HAECKEL's *Magosphaera planula* repräsentiert ist, stellt die nächste über dem einzelligen Wesen stehende Organisationsstufe dar. In einer solchen Gemeinschaft ist also jede Zelle, da sie dem einzelligen Organismus durchaus äquivalent ist, Keimzelle. Eine Differenzierung der Zellen führt zur physiologischen Trennung von Körperzellen und Keimzellen. Wie können nun die Keimzellen dieses Organismus auch Körperzellen entstehen lassen?

Es liegt nahe, an eine materielle Beeinflussung der Keimzellen durch die differenzierten Zellen zu denken, anzunehmen, daß diese bestimmte Teilchen an jene abgeben, wodurch deren Natur so verändert

würde, daß sie bei der folgenden Teilung in die ungleichen Hälften sich teilten. Die Schwierigkeit dieser Vorstellung liegt, sofern es sich um eine solche Kolonie handelt, nicht in der Abgabe der Teilchen. Bei der Ernährung der Keimzellen durch die Körperzellen werden ja thatsächlich Teilchen abgegeben. Aber die Annahme, daß eine solche Abgabe von Partikelchen den Keimzellen eine neue Individualität zuführe, steht mit den Thatsachen der Assimilation in stärkstem Widerspruch. Die Vorstellung einer materiellen Beeinflussung ist also zu verwerfen. *Man kann sich aber vorstellen, daß die Differenzierung der Körperzellen nicht erst von ihnen selbst erworben ist, sondern daß sie vorbereitet wurde durch Veränderungen in der Molekularstruktur der Keimzelle, aus welcher die Kolonie hervorging, die veranlaßt wurde durch die Verschiedenheit der Bedingungen, unter welchen sich die Keimzellen nunmehr befinden. »Wenn nun aber die Keimzelle sich so verändert hat, daß sie durch fortgesetzte Teilung eine heterogene Kolonie hervorbringen muß, so muß dies die folgende Keimzellengeneration genau in gleicher Weise thun, da sie ja nur ein Stück der früheren Keimzelle darstellt und aus demselben Protoplasma, demselben Keimplasma besteht wie diese.«* Die Entwickelung des Tier- und Pflanzenreichs aus niedersten Anfängen zu hohen Organisationsstufen wird durch die Kontinuität des Keimplasmas nicht ausgeschlossen. »Variationen in der Molekularstruktur der Keimzelle werden bei jeder Art stets vorkommen und diese durch die Selektion gesteigert und fixiert werden können, wenn ihre Resultate, d. h. die Abänderungen gewisser Körperzellen nützlich sind. Bedingung der Vererbung der Abänderungen ist nur, daß stets ein Teil des Keimplasmas bei der Furchung und dem weiteren Aufbau des Körpers unverbraucht bleibt, d. h. unverändert in den Organismus übergeht und zu bestimmter Zeit wieder in Form der Keimzellen sichtbar wird.«

Nach dieser Vorstellung geht also jede Neuerung von einer partiellen Molekularänderung der Keimzelle aus. Dadurch aber wird die Vererbung erworbener Charaktere, der man ja gerade vom Boden der Deszendenztheorie aus gewohnt ist, große Bedeutung für die Artbildung zuzuschreiben, ausgeschlossen.

In der erwähnten Abhandlung legt Weismann ein Hauptgewicht auf den Nachweis, daß eine Vererbung erworbener Charaktere thatsächlich nicht statthabe. Für seine Ansicht sprechen unsere experimentellen Erfahrungen, scheinbar dagegen (um uns des Raumes wegen auf dies eine zu beschränken) alle jene Bildungen, die wir gewohnt sind als Resultat fortgesetzten Gebrauchs, bez. Nichtgebrauchs aufzufassen. Daß ein Organ durch Übung im Einzelleben innerhalb gewisser Grenzen gesteigert werden kann, bezweifelt niemand. Ebenso sicher ist, daß das gleiche Organ verschiedener Individuen trotz gleicher Übung doch auf verschiedene Stufen der Leistungsfähigkeit gebracht werden kann. »Bei gleicher Übung wird das der Anlage nach kräftigere Organ stets einen höhern Leistungsgrad erreichen als das schwächer angelegte. Wenn also die Selektion die minder leistungsfähigen Individuen beseitigt, so beseitigt sie damit die vom Keim

her schwächer beanlagten Individuen, und die Übungsresultate des Einzellebens kommen dabei gar nicht in Betracht. Die Steigerung eines Organes im Laufe der Generationen beruht also nicht auf einer Summierung der Übungsresultate des Einzellebens, sondern auf der Summierung der günstigen Keimesanlagen.

In der citierten Abhandlung spricht sich WEISMANN nicht näher über die Natur seines Keimplasmas aus, bringt es vor allem auch nicht in bestimmte Beziehungen zum Fortpflanzungsprozeß. Erst eine neuere Arbeit[1] ist diesem Ausbau seiner Theorie gewidmet. Danach stellt sich WEISMANN das Keimplasma als diejenige Partie einer Keimzelle vor, deren chemische und physikalische Beschaffenheit einschließlich ihrer molekularen Struktur ihr die Fähigkeit verleiht, unter bestimmten Verhältnissen zum neuen Individuum derselben Art zu werden. Keimplasma und Idioplasma sind also identische Begriffe. Der Befruchtungsprozeß lehrt uns aber, daß diese Eigenschaften dem Nukleoplasma der Keimzelle zugeschrieben werden müssen. Dieses ist also das Keimplasma.

Die Entwickelung des Individuums setzt nach WEISMANN Veränderungen des Nukleoplasmas im Laufe der Ontogenie voraus. Identisches Nukleoplasma bedingt identische Zellkörper. Die Erfahrung lehrt uns aber, wie bisweilen schon die beiden ersten Furchungskugeln sehr ungleichwertig sind, also das ihren Kernen eigentümliche Nukleoplasma nicht identisch sein kann. Was ist die Ursache dieser Veränderungen? Die natürlichste, weil einfachste Annahme geht dahin, daß bei der Kernteilung das spezifische Plasma des Kerns in zwei ihrem Wesen nach ungleiche Hälften zerfällt, so daß sich auch der Zellkörper, dessen Charakter durch den Kern bestimmt wird, umprägt.

Diese Auffassung hat aber, so scheint es zum wenigsten, die Erfahrungen der indirekten Kernteilung gegen sich, welche uns ja lehren, daß jede Mutterkernschleife ihre Substanz der Länge nach spaltet und dabei genau in zwei gleiche Hälften geteilt wird. Jeder Tochterkern erhält also von dem bestimmenden Plasma gleich viel, also sind beide Kerne auch völlig gleich. Wenn sich im Verlaufe der Ontogenie Ungleichheiten der Tochterkerne herausbilden — und sofern verschiedene histologische Elemente aus ihnen hervorgehen, ist das anzunehmen — so sind diese Ungleichheiten nach STRASBURGER eine Folge ungleicher Ernährung. Dagegen meint WEISMANN, daß, da der Zellkörper die Ernährung des Kerns besorge, von vornherein Verschiedenheiten der Zellkörper angenommen werden müßten, wenn sie ihre Kerne verschieden beeinflussen. Da aber die Kerne das Wesen der Zelle bestimmen, können nicht zwei gleiche Kerne zwei verschiedene Zellkörper erzeugen. Lehrt uns die direkte Beobachtung, daß durch die Kernteilung gleichartige Elemente in die beiden Tochterkerne geliefert werden, so sprechen nach WEISMANN die Thatsachen der Ontogenesis dafür, daß die Kernteilung doch eine verschiedene sein muß. Diese Thatsachen stehen aber nicht in unlöslichem Wider-

[1] „Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung“ von Prof. Dr. A. Weismann. Jena, G. Fischer 1885.

spruch mit der Beobachtung. Denn wenn auch der *Quantität* nach die gleichen Nukleoplasmen den beiden Kernen mitgeteilt werden, so bedingt das nicht die gleiche Beschaffenheit, die gleiche *Qualität* der mitgeteilten Nukleoplasmen. Die Thatsachen sprechen dafür, daß sich der Kernfaden in Kernsubstanz verschiedener Qualität spaltet. Aufschluß über die Qualität der Molekularstruktur der beiden Hälften können wir allerdings durch die direkte Beobachtung nicht erhalten, sondern nur durch ihre Wirkung auf den Zellkörper, und diese ist nach Weismann seiner Anschauung günstig.

Nach Nägeli's Vorgang muß man sich das Idioplasma der Keimzelle, also das Nukleoplasma in um so komplizierterer molekularer Struktur denken, je differenziertere Organismen sich aus ihm entwickeln; also wird die Molekularstruktur des Idioplasmas auch um so einfacher sein, je weniger differente Gebilde daraus hervorgehen. Im Laufe der Ontogenie nähert sich aber eine Zelle immer mehr und mehr einer definitiven Gewebezelle. Wenn z. B. eine Furchungszelle des Regenwurms die Kernsubstanz des gesamten Ektoderms potentia enthält, so muß ihr eine ungleich kompliziertere Molekularstruktur zukommen als z. B. der Kernsubstanz einer Epidermiszelle. Das Idioplasma wird also im Verlauf der Ontogenie eine immer einfachere Struktur annehmen. Wir möchten, wenn wir Weismann's Anschauungen bildlich ausdrücken dürfen, die Ontogenie einem analytischen chemischen Prozeß vergleichen. *Wie ein fortschreitend analytischer Prozeß auch aus dem kompliziertesten chemischen Körper schließlich die Elemente frei werden läßt, so werden in der Ontogenie die idioplasmatischen Elemente, d. h. die in ihrem molekularen Aufbau am einfachsten gestalteten Kernplasmen der definitiven Gewebezellen erhalten.* Und auch darin sind diese idioplasmatischen Elemente den chemischen Elementen vergleichbar, als sie unter sich verschieden sind, je nachdem sie dem Kern dieses oder jenes histologischen Elementes, einer Bindegewebs-, einer Muskel-, einer Nervenzelle u. s. f. angehören. Diese Auffassung steht mit dem biogenetischen Grundgesetz nur scheinbar in Widerspruch, da die Kompliziertheit des ganzen Organismus sich nicht durch die Molekularstruktur des Idioplasmas eines einzelnen Zellkernes darstellt, sondern durch die Gesamtheit der Idioplasmen aller Kerne. Nur das Keimzellen-Idioplasma bleibt in seiner ursprünglichen Komplikation erhalten. In ihm äußert sich also auch direkt die phyletische Stufe des Organismus, der aus ihm hervorgeht.

Nehmen wir eine stete Vereinfachung der Struktur des Idioplasmas, die mit der Differenzierung des sich entwickelnden Organismus Hand in Hand geht, an, dann ist es allerdings geradezu undenkbar, daß aus dem Kernplasma der Zellen des Körpers, welches durch stete Vereinfachung seiner Molekularstruktur die Fähigkeit, den ganzen Körper hervorzubringen, längst verloren hat, sich wieder das Keimplasma der Keimzelle hervorbilde mit seiner alle spezifischen und individuellen Eigenschaften potentia enthaltenden, unendlich komplizierten Molekularstruktur. Sie nötigt zu der Annahme der Kontinuität des Keimplasmas, zu der Annahme, *daß ein kleiner Teil des Keimplasmas bei der Teilung des*

Furchungskerns unverändert und dem Idioplasma bestimmter Zellformen beigemischt bleibt und daß die Bildung wirklicher Keimzellen dadurch zu stande kommt, daß im Lauf dieser Zellfolgen und Zellteilungen zu irgend einer Zeit Zellen gebildet werden, in denen das Keimplasma die Herrschaft erlangt.

Die Conditio sine qua non dieser Theorie ist also die Möglichkeit der Vereinigung zweier qualitativ verschiedener Nukleoplasmen in einem Kern. Weismann glaubt, daß die so rätselhafte Erscheinung der Ausstoßung der Richtungskörperchen dieselbe direkt beweise.

Jeder histologisch differenzierten Zellart kommt, wie früher dargelegt wurde, ein spezifisches Kernplasma zu. Auch die Eizelle ist ein histologisch differenziertes Gebilde und Weismann will sie wegen ihrer spezifischen Funktion, ernährende Substanzen von bestimmter chemischer Natur und physikalischer Beschaffenheit auszuscheiden, um sie bei der später erfolgenden embryonalen Entwickelung dem Embryo zur Verfügung zu stellen, am ehesten einer Drüsenzelle vergleichen, nur daß sie ihre Abscheidung in dem Zellkörper selbst niederlegt. Der wachsenden Eizelle muß also auch ein Kernplasma spezifischer Natur zukommen, ein ovogenes Kernplasma, das seiner spezifischen Funktion wegen unmöglich mit jenem gleich sein kann, welches später die embryonale Entwickelung veranlaßt. Die Funktion der wachsenden Eizelle und die Bestimmung der entwickelten sprechen dafür, daß im Keimbläschen neben echtem Keimplasma auch histogenes Plasma enthalten ist, neben einem Idioplasma höchst komplizierter Struktur ein Idioplasma einfachen Molekularbaues. Die Ausstoßung der Richtungskörperchen ist die Trennung der beiden Nukleoplasmaqualitäten.

Es ist anzunehmen, daß in der wachsenden Eizelle das histogene Plasma vorherrscht und ebendeshalb deren Funktion bestimmt. Im Laufe des Wachstums der jungen Eizelle wird das Keimplasma zunehmen; aber zur Herrschaft kann es erst gelangen, wenn das in starkem Überschuß vorhandene histogene Plasma ausgeschieden ist.

Weismann schreibt somit der Ausstoßung der Richtungskörperchen eine durchaus fundamentale Bedeutung zu, indem sie die erste Bedingung des Herrschendwerdens des Keimplasmas und damit der embryonalen Entwickelung ist. Allerdings scheint mit dieser Vorstellung der Umstand nicht völlig im Einklang zu stehen, daß, wenn auch die Ausscheidung der Richtungskörperchen ein im Tierreich verbreiteter Vorgang ist, doch auch große Gruppen bekannt sind, wo dieser Prozeß bisher nicht beobachtet wurde. Wohl mag er in vielen Fällen übersehen sein. Vielleicht aber besteht auch noch ein anderer Modus zur Trennung der beiden Plasmen. Die Natur gelangt nicht nur auf einem Wege zum Ziel. Die Umwandlung des Keimbläschens bei der Reife des Eies ist allgemein beobachtet und sie dürfte, auch wo der direkte Nachweis noch nicht geliefert ist, mit dem hier besprochenen Prozeß in Zusammenhang stehen.

Das Nukleoplasma der männlichen Keimzelle, der Samenzelle, haben wir uns ebenfalls als ein Gemenge eines histogenen Plasmas und des

Keimplasmas zu denken. Das ihre Entwickelung beherrschende Nukleoplasma, welches der Samenzelle jene das Zusammentreffen mit der Eizelle begünstigende Form verleiht, kann natürlich nicht das Keimplasma sein. Denn mit ihrer befruchtenden Eigenschaft hat die Form nichts zu thun. Es muß also auch hier, wenn den Anschauungen WEISMANN's reale Bedeutung zukommen soll, eine Trennung der beiden Plasmen, welche das Herrschendwerden des Keimplasmas ermöglicht, beobachtet werden.

VAN BENEDEN, der in der Ausstoßung der Richtungskörperchen die Entfernung des männlichen Elementes aus der Eizelle sieht — eine Anschauung, welche mit den Thatsachen der Vererbung nicht stimmt, da ja durch die Mutter auch Eigenschaften des Großvaters auf den kindlichen Organismus übertragen werden — spricht bei *Ascaris* auch von einer Ausstoßung des weiblichen Elements in der Samenzelle, indem die Mutterzellen der Samenzellen Teile ihrer Kernfäden ausstoßen sollen. Für WEISMANN's Ansicht wäre diese Beobachtung, falls sie sich bestätigen sollte, nicht beweiskräftig, weil die Trennung zu einer Zeit erfolgt, wo thatsächlich noch das die Form bestimmende histogene Nukleoplasma thätig ist. Vielleicht daß der sogenannte »Nebenkern« den Richtungskörperchen äquivalent ist. Nach seinem Verhalten zu Farbstoffen besteht er aus Kernsubstanz. Es bedürfen aber die Vorgänge, die vielleicht eine Ausscheidung eines Stoffes aus dem Kern der Samenzelle vorstellen, noch eingehenderer Untersuchung, um für oder gegen WEISMANN's Theorie verwertet zu werden.

Im Pflanzenreich sind namentlich durch STRASBURGER zahlreiche Fälle bekannt geworden, die man der Ausstoßung der Richtungskörperchen an die Seite stellen kann. Wenn auch hier die zu fordernde Allgemeinheit des Vorgangs noch nicht erwiesen ist, so dürften einläßlichere Untersuchungen noch manche Lücke ausfüllen. Übrigens ist auch denkbar, daß eine weibliche oder männliche Keimzelle so schwach histologisch differenziert ist, daß sich die Trennung der geringen Mengen histogenen Plasmas der direkten Beobachtung entzieht, daß das Herrschendwerden des Keimplasmas ohne auffällige Vorbereitung dann eintritt, wenn dasselbe durch Wachstum eine hinreichende Stärke erlangt hat.

Die Thatsachen der vegetativen Vermehrung scheinen der Theorie der Kontinuität des Keimplasmas zu widersprechen. Sie sind es, welche uns die Vorstellung aufdrängen, daß es besondere Keimsubstanz führende Zellen nicht gebe, daß prinzipiell jeder Zelle die Fähigkeit zugesprochen werden müsse, der Keimzelle gleich den Organismus zu reproduzieren. Das scheint die Sprache der Thatsachen zu sein, welche uns lehrt, daß aus einem Rhizom, aus Knollen, Zwiebeln, selbst aus Blättern sich Individuen zu entwickeln vermögen, die in nichts von jenen zu unterscheiden sind, welche aus der befruchteten Eizelle hervorgingen. Diese Erscheinung ist aber doch nicht eine so allgemeine, daß aus ihr der zwingende Schluß erfolgte, daß das Keimplasma nicht lokalisiert sein könnte. WEISMANN will diese Thatsachen dadurch seinen Anschauungen anpassen, daß er annimmt, das unveränderte Keimplasma könne gelegentlich auch andern Zellen als den Keimzellen beigemengt sein, selbst allen.

Der Theorie WEISMANN's kann eine relative Einfachheit ihrer Vor-

aussetzungen nicht abgesprochen werden. Unter verschiedenen Erklärungsversuchen einer Gruppe von Erscheinungen geben wir dem einfachsten den Vorzug.

Weismann's Ansichten können wir in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Organismen vererben ihre Eigenschaften durch einen besondern im Kern der Keimzellen befindlichen Stoff, das Keimplasma (Nukleoplasma oder Idioplasma der Keimzelle), dessen molekulare Struktur um so komplizierter ist, auf je höherer Organisationsstufe der Erzeuger der Keimzelle steht.

2) Durch die Kernteilung werden auf die Tochterkerne gleiche Quantitäten, aber verschiedene Qualitäten des Nukleoplasmas übertragen, wodurch die divergente Entwickelung der einzelnen Furchungszellen bedingt wird. Mit jeder neuen Teilung, sofern sie eine histologische Differenzierung bedeutet, vereinfacht sich die idioplasmatische Molekularstruktur.

3) Die Übereinstimmung der Ontogenie der Deszendenten mit der individuellen Entwickelung der Eltern wird durch die Übertragung unveränderten Keimplasmas bedingt, welches gewöhnlich nur mit dem histogenen Plasma ganz bestimmter Zellen gemischt ist, aber auch in beliebigen oder allen Zellen sich finden kann.

4) Erworbene Charaktere werden, da sie keine Veränderungen des molekularen Baues des Keimplasmas nach sich ziehen, nicht vererbt.

5) Die phyletische Entwickelung des Pflanzen- und Tierreichs ist durch die Veränderung der molekularen Struktur des Keimplasmas bedingt, welche durch die Selektion gesteigert und fixiert wird, wenn die daraus resultierenden organisatorischen Änderungen vorteilhaft sind.

Hensen schrieb vor vier Jahren[1]: »So viele Hände auch geschäftig gewesen sind, die Siegel zu lösen, welche die Theorie der Vererbung unserer Einsicht verschließen, der Erfolg ihrer Arbeit war ein geringer, und mit einem gewissen Recht sieht man nachgerade mit nur wenig Hoffnung neuen Arbeiten in dieser Richtung entgegen.« Der geneigte Leser, der unserem Referate mit Aufmerksamkeit gefolgt ist, wird mit uns die Überzeugung gewonnen haben, daß Hensen's Satz auch jetzt noch fast vollgültig ist. Nur zwei Thatsachen sind durch die vielen Untersuchungen über das Wesen der Vererbung gewonnen worden.

1) Wir wissen, daß die elterlichen Organismen ihre Eigenschaften durch einen bestimmten an die Kernsubstanz ihrer Keimzellen gebundenen Stoff auf den kindlichen Organismus übertragen. Ist an der Existenz des Idioplasmas nicht

---

[1] Handbuch der Physiologie, VI. Bd. Physiologie der Zeugung von Hensen.

zu zweifeln, so ist uns doch das Wesen dieses Trägers der erblichen Charaktere gänzlich unbekannt. Nur das eine dürfen wir, wenn es auch durch die direkte Beobachtung nicht zu beweisen ist, als sicher annehmen, daß dieser Stoff von um so komplizierterer Struktur ist, je mehr Charaktere sich aus ihm entwickeln.

Zweitens ist uns durch das Wesen des Befruchtungsprozesses die Thatsache verständlich geworden und erklärt, daß die elterlichen Individuen in gleicher Weise ihre Eigenschaften auf die kindlichen vererben. Beide Eltern geben ungefähr gleiche Mengen von Idioplasma an die Keimzelle ab.

Aber in bezug auf alle übrigen Fragen sind wir auf Hypothesen angewiesen, die ihre Kraft an den Thatsachen erst erproben müssen.

Wohl ist das Vererbungsproblem nicht mehr das Buch mit sieben Siegeln. Es liegt aufgeschlossen vor uns. Aber es spricht in einer Sprache, die uns nur in wenigen Wörtern verständlich ist. Die mannigfaltigsten Zeichen sehen wir; aber noch sind sie meistens Runen. Kann uns aber nicht durch die Kenntnis der wenigen Worte der Schlüssel zur Entzifferung der rätselhaften Schrift gegeben sein?

Ist auch nicht anzunehmen, daß schon die nächste Zeit den Schleier völlig lüfte, hinter dem so manches Geheimnis verborgen ist, so möchten wir uns doch nicht der Hoffnung begeben, daß es künftiger Forschung gelingen wird, ein Problem zu lösen, dessen Lösung durch die unermüdliche Arbeit zeitgenössischer Forscher angebahnt wurde.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Psychologie.

Systematisches im Hinblick auf Siebeck's Geschichte der Psychologie.

Nachdem die philosophischen Studien in den letzten Dezennien durch die ausgedehnten und tiefgreifenden Arbeiten auf den verschiedensten wissenschaftlichen Spezialgebieten von neuem befruchtet und zu frischem und selbständigem Leben erweckt worden waren, stellte sich auch allmählich das Bedürfnis ein, die Aufgabe der Philosophie im allgemeinen und besonders in bezug auf die Probleme der Einzel-Wissenschaften wiederum und wiederum einer Untersuchung zu unterziehen.

Diese Untersuchungen haben dazu geführt, der Philosophie ihre alte Stellung als Wissenschaft der Wissenschaften wiederzugeben, vorausgesetzt allerdings, daß die Philosophen ihre Arbeit in derselben Weise weiterführen, wie sie es gemäß dem Charakter des jüngsten Aufschwunges ihrer Wissenschaft versprechen.

Diese Stellung gebührt derjenigen Philosophie, welche so etwas

[1] Vergl. hierzu mein Referat über Wundt's Logik in dieser Zeitschrift 1885, I. S. 138, 224.

wie Einheit alles Wissens herzustellen bemüht ist, ohne dabei zu vergessen, daß sie niemals die Spezialwissenschaften zu ersetzen vermag, aber auch niemals durch diese ersetzt werden kann.

Wenn die Philosophie nach ihrem Verfalle in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts zunächst von der Einzelforschung lediglich zu lernen hatte, wie man zu gesicherten Ergebnissen zu gelangen im stande ist, so hat dieselbe jetzt bereits Kraft genug gesammelt, um ihrerseits auf die Spezialwissenschaften rückwirken zu können.

Die Aufgabe der Philosophie ist eine dreifache: I. Als Erkenntnistheorie hat sie von der Ur-Thatsache des Bewußtseins, dem sachgemäß interpretierten Cogito des Cartesius, auszugehen und von hier aus eine breite Grundlage zu schaffen, auf welcher die einzelnen Wissenschaften sozusagen ruhen können. II. Als kritische Bearbeitung der Ergebnisse der Spezialforschung hat sie von der genommenen Position aus die zerstreuten Elemente des Wissens zu sammeln und zu vereinen. III. Als Metaphysik hat sie das somit gegebene, einheitlich organisierte Stückwerk unseres Wissens in der Weise zu ergänzen, daß sie sich dem Ideale einer Einheit alles Wissens nähert, soweit es die Entwickelung einer bestimmten Zeitepoche gestattet.

Bei dieser neuen Begrenzung der Aufgabe der Philosophie hat ein altbewährtes Teilgebiet der älteren Philosophie keine Stelle erhalten, die Psychologie, und zwar mit gutem Rechte.

Wenn man sich darüber klar geworden ist, daß alle unsere Erfahrung, d. h. die ganze innere und äußere Welt in ihren mannigfachen Erscheinungen uns zunächst nur gegeben ist als Thatsache unseres Bewußtseins, wenn man also bedenkt, daß in allen Vorgängen im Weltganzen, soweit wir dieselben kennen, ein psychischer Faktor enthalten ist, so könnte man den Versuch machen, alle Wissenschaften als Teilgebiete der Psychologie einzuführen und abzugrenzen.

Dabei würde das, was man heute Psychologie nennt, als Teilgebiet unter anderen Teilgebieten erscheinen, d. h. man würde gezwungen sein, eine spezielle Psychologie neben der allgemeinen zu unterscheiden, und müßte dann diese spezielle Psychologie anderen Spezialwissenschaften gegenüber abgrenzen.

Der Gedanke an eine solche allgemeine Psychologie hätte nur den Vorteil, den Ausgangspunkt aller philosophischen Untersuchungen, das Cogito, immer und immer wieder in Erinnerung zu bringen, während für die Systematik des menschlichen Wissens durch diese Verschiebung der Nomenklatur nichts gewonnen wäre.

Die spezielle Psychologie hätte dann hauptsächlich den Menschen und zwar als psycho-physischen Organismus zu studieren, sie wäre also eine Spezialwissenschaft neben anderen und zwar diejenige, welche das wichtigste Bindeglied zwischen den Geisteswissenschaften und den Wissenschaften der Materie darstellt.

Will man den Namen »Psychologie« nicht in dem eben angedeuteten Sinne auf das Ganze des menschlichen Wissens ausdehnen, so ist die Psychologie, wie man sie heute versteht, jedenfalls eine Spezialwissenschaft, also kein Teil der Philosophie, noch weniger die Philo-

sophie selbst, und sie darf demnach auch nicht auf dem Programm der Philosophen figurieren.

Daß die moderne Psychologie einerseits in der Erkenntnistheorie ihre Wurzeln hat und anderseits auf die Metaphysik hinweist, ist nicht zu leugnen, doch sind damit nur Eigenschaften ausgesprochen, welche allen Spezialgebieten der Wissenschaft gemeinsam sind.

Die moderne Psychologie erhält von der Erkenntnistheorie die Abgrenzung ihres Problems, hauptsächlich den Menschen und zwar als psycho-physischen Organismus zu studieren, und stellt ihrerseits bei ihren Untersuchungen für die Metaphysik das Problem einer psycho-physischen Korrespondenz der Erscheinungen des Weltganzen auf. Je mehr nun die Überzeugung zum Durchbruche kommt, daß die moderne Psychologie eine Spezialwissenschaft ist, um so dringender wird das Bedürfnis nach einer Kritik dessen, was im Laufe der Zeit als Psychologie geboten worden ist: eine solche Kritik hat stets unter Voraussetzung der gesetzmäßigen Entwickelung innerhalb der Geschichte anzuerkennen und zu verwerfen.

Eine derartige Bearbeitung des vorhandenen psychologischen Materials, soweit das Abendland in Betracht kommt, will uns die Geschichte der Psychologie von Hermann Siebeck bieten, deren erster Band bereits erschienen ist[1].

Diese Kritik wird der gestellten Aufgabe innerhalb der selbst fixierten Begrenzung in der That in vollstem Maße gerecht.

Über die Stellung der modernen Psychologie sagt der Verfasser in dem Vorworte zu seinem Buche: . . . . Der Fortgang der psychologischen Forschung steht vielleicht an dem bedeutendsten seiner Wendepunkte, an der Stelle nämlich, wo dieselbe beginnt, sich, wie andere vor ihr, aus dem Rahmen der allgemeinen Philosophie herauszulösen und, wenn sie auch schon wegen der eigentümlichen Beschaffenheit ihres Gegenstandes niemals der nahen Beziehung und Wechselwirkung mit der Arbeit an den eigentlichen philosophischen Problemen entraten kann, doch auf Grund und innerhalb eines reichhaltigen von der inneren und äußeren Erfahrung gebotenen Materials sich als eine Spezialwissenschaft neben anderen mit eigenem Forschungsgebiet und selbständiger Methode einzurichten. . . . . Die Psychologie kommt in der gegenwärtigen Zeit immer mehr dazu, ohne von bestimmten metaphysischen Theorien noch wesentlich geleitet zu sein, die verschiedenen Strömungen ihrer bisherigen Forschung in den gemeinsamen Fluß eines anthropologischen Monismus einmünden zu lassen.

Ohne dabei die transcendente Seite in dem Wesen des Bewußtseins zu verkennen, will sie doch in der absichtlichen Beschränkung auf die aus dem Gebiete der psychischen und psychophysischen Erfahrung zunächst entspringenden Fragen die unbefangene Auffassung der Ausgestaltung und des thatsächlichen Zusammenhangs der inneren Zustände zur vollen Wirkung und Geltung kommen lassen. Einer ferneren Beeinflussung von seiten des metaphysischen Gesichtspunkts wird sich dabei die Psychologie so wenig wie alle andern Wissenschaften auf die Dauer

[1] Gotha bei Perthes. 1880 und 1883 in zwei Abteilungen erschienen.

entziehen können. Sie darf aber hoffen, wenn von jener Seite her neue oder erneuerte bedeutungsvolle Auffassungsweisen auch für sie würden maßgebend werden, gerade ihrerseits zur Erfassung und Gestaltung derselben auf dem eingeschlagenen selbständigen Wege nicht unwesentlich beigetragen zu haben.«

Über den Geist der Kritik von Hermann Siebeck geben folgende gleichfalls dem Vorworte entnommene Sätze hinreichende Auskunft: »Das Bedürfnis nach ihrer eigenen Geschichte ist für eine besondere Wissenschaft immer dann am größten, wenn sie im Begriff steht, in einen neuen Abschnitt ihrer Entwickelung einzutreten. Sie verlangt dann nach derselben vor allem darum, um sich der Wendung, die sie zu machen beginnt, gleichsam selbst bewußt zu werden und daraus sowie aus der Vergleichung mit dem bisherigen Gange der zugehörigen Forschung die Tragweite des neuen Schrittes wenigstens annähernd zu bestimmen. Sie bedarf derselben weiter, um das wirklich Originale von dem nur scheinbar Neuen zu unterscheiden, und nicht zum wenigsten namentlich zur Entscheidung der Frage, inwieweit sie selbst schon den wahren Weg einer Wissenschaft mit den entsprechenden Resultaten eingehalten hat und wie sich die neue Wendung nach Inhalt oder Methode gerade zu diesem Gesichtspunkt der Erwägung verhält.«

Wir haben also hier jene genetisch-kritische Methode vor uns, welche überall gesetzmäßige Entwickelung voraussetzt und deren einzelne Reihen im speziellen aufzusuchen und zu bestimmen sucht, d. h. wir haben hier jene Methode vor uns, welche in unserer Zeit innerhalb der historischen Wissenschaften den Nachweis ihrer Berechtigung allein voll und ganz gebracht hat.

Siebeck schildert zunächst in einem einleitenden Abschnitte im Hinblick auf sein spezielles Problem den Übergang von der mythologischen Weltbetrachtung zur philosophischen Weltansicht, wobei namentlich die Auffassung Homer's ausführlicher besprochen wird, und geht dann dazu über, die Psychologie des Altertums im einzelnen zu behandeln.

Bei diesem Gange werden drei Perioden unterschieden: »Zuerst liegen in dem monistischen Gedanken des belebten Stoffes noch alle Probleme des Verhältnisses von Leib und Seele (Natur und Geist) ununterschieden beschlossen und sozusagen im Schlummer. Von da an entwickelt sich zweitens stufenweise ein ausgeprägter Dualismus, der im Plato seinen Höhepunkt erreicht; worauf drittens bei Aristoteles nun mit Bewußtsein und unter voller Beachtung aller unterdessen ans Licht getretenen Probleme der (freilich vergebliche) Versuch gemacht wird, es mit der Einheitlichkeit des leiblich-geistigen Organismus am Menschen wieder strenger zu nehmen.«

An die Darstellung dieser Entwickelungsreihen schließt sich die Behandlung der Psychologie des späteren Altertums und des Mittelalters, welche »im wesentlichen in den Bahnen des Aristoteles oder in denen Plato's wandelt«, und zwar bildet Thomas von Aquino den Schlußpunkt des vorliegenden ersten Bandes.

Es ist vielleicht nicht ganz gerecht, wenn man in einem so gleichmäßig gearbeiteten Buche, wie es das vorliegende ist, einen Abschnitt

besonders auszeichnet, und doch möchte Referent es nicht unterlassen, auf den Schluß der ganzen Untersuchung ausdrücklich hinzuweisen.

Hier handelt es sich um die Gestaltungen, welche die Psychologie des Altertums unter der Einwirkung des christlichen Denkens annimmt, d. h. um die Patristik und um die Scholastik, um zwei Epochen, welche durch eine fast tausendjährige Zeit des wissenschaftlichen Stillstandes auf dem Gebiete der Psychologie getrennt oder, wenn man lieber will, verbunden werden.

Gerade hier bei der Charakterisierung von Epochen, in denen die festen Schollen des antiken Bodens durch den Pflug des Christentums aus der Tiefe heraus aufgewühlt worden, um bald darauf die Keime einer neuen Philosophie in sich aufzunehmen, gerade hier vermag die genetisch-kritische Methode viel zu erreichen, und in der That läßt es der Verfasser nicht daran fehlen, uns die großen Aussichtspunkte in passender Umrahmung vorzuführen, ohne uns doch durch die Fülle der kleineren Bilder, welche sich darbieten, sozusagen zu erdrücken oder abzulenken.

Zwei weitere Bände sollen die Vollendung des Werkes bringen .... dieselben werden uns nicht bloß die Geschichte der Psychologie in der Form einer gesetzmäßigen Entwickelung vorführen, sie werden auch dazu beitragen, die Grundlage der modernen Psychologie und deren Grenzen festzustellen, und werden damit zugleich der wissenschaftlichen Systematik einen großen Dienst leisten.

Braunschweig. Dr. Alex. Wernicke.

Litteratur und Kritik.

Henry O. Forbes. Wanderungen eines Naturforschers im Malayischen Archipel von 1878—1883. Autorisierte deutsche Ausgabe. Aus dem Englischen von Reinhold Teuscher, Dr. med. Mit sehr zahlreichen Abbildungen nach den Skizzen des Verfassers, einer Farbendrucktafel und drei Karten. Erster Band. Jena, Hermann Costenoble. 1886.

Es ist für die Naturwissenschaft klassischer Boden, auf welchem sich das vorliegende Werk bewegt. Charles Darwin und A. R. Wallace, die beiden Entdecker der Theorie der natürlichen Zuchtwahl, sind hier gewesen und haben Beobachtungen gesammelt. Den einen führten zahlreiche Beobachtungen zu seiner geistreichen Theorie der Korallen-Insel-Bildung, den andern zur Zuchtwahl-Theorie und zu dem herrlichen Werke »der Malayische Archipel«. In dem vorliegenden ersten Bande seines Reisewerkes gibt uns Henry O. Forbes eine höchst interessante Schilderung seines Besuches auf den Kokos-Keeling-Inseln und seiner Reise auf Java und Sumatra. Nach einem kurzen Aufenthalt in Batavia und im botanischen Garten zu Buitenzorg, den uns jüngst erst Prof. Graf Solms-Laubach so eingehend geschildert hat, reiste Forbes nach

den Kokos-Keeling-Inseln ab, die durch Darwin's Korallen-Buch so berühmt geworden sind. Seit Darwin ist kein Naturforscher wieder auf diesen Inseln gewesen und es war also interessant zu konstatieren, welche Veränderungen seit jener Zeit mit dem Atoll vor sich gegangen sind. Im Jahre 1876 war ein großer Sturm über die Inseln hinweggebraust, der an den Wohnungen und Pflanzen die entsetzlichsten Zerstörungen anrichtete. Nach dem Sturm bemerkte man, daß auf der Ostseite der Lagune des größeren Atolls Wasser von dunkler Farbe aus der Tiefe aufstieg. Das Wasser roch »nach faulen Eiern«, enthielt also wohl Schwefelwasserstoff. Keine Tiere konnten in demselben leben. Im übrigen aber war das Atoll noch wie zu Darwin's Zeit, und »da ein halbes Jahrhundert in dem Leben eines Atolls kaum einen Tag bedeutet, so hätte Darwin's Beschreibung am vorhergehenden Tage abgefaßt sein können«. Auffallend war die große Menge prächtig gefärbter Fische in den tiefen Stellen der Lagune. Interessante Beobachtungen machte Forbes an verschiedenen Land bewohnenden Krabben, welche durch ihre Minierthätigkeit in derselben Weise an der Herstellung des Humus wirken, wie das von den Regenwürmern bekannt ist. Von einigen *Gelasimus*-Arten berichtet Forbes folgendes: »Sie leben in engen, spiraligen Löchern, häufen an deren Mündung etwas Erde auf, wie die Regenwürmer, und sind in der That vollkommene Vertreter der Würmerklasse. Sie waren während der Ebbe und sogar bei Hochwasser fortwährend beschäftigt, Baumzweige oder Farnblätter, Stückchen von Kokosnußschalen und Samenkörner herbeizuschleppen, und legten so den Grund zu künftigem Land. Wenn man den Fuß auf den von ihnen bewohnten Boden setzt, bemerkt man eine Bewegung der Oberfläche, worauf ein überraschender Farbenwechsel des rein weißen Grundes in lebhaftes Rot erfolgt, so daß man es einer Augentäuschung durch das blendende Licht zuschreibt. Aber bald bemerkt man, daß diese Veränderung durch die plötzliche Flucht der Einwohner der dicht bevölkerten Strecke hervorgebracht wird, welche nach ihren Wohnungen eilen. In der Thür machen sie halt und verstopfen den Eingang mit der größeren ihrer beiden Kneipzangen, welche lebhaft rot gefärbt ist und neben der nur noch ein gestieltes Auge wachsam hervorlugt, um sich zu überzeugen, ob wirklich Gefahr vorhanden ist. Schreitet man weiter, so werden die roten Flecken wieder weiß, weil sich die Krabben ganz zurückziehen. Wenn man eine größere von ihnen besetzte Fläche durchschreitet, bringt die fortwährende Wellenbewegung und der Farbenwechsel eine seltsam blendende Wirkung auf das Auge hervor.« Forbes fand auf dem Keeling-Atoll 41 den verschiedensten Familien angehörende Pflanzen, während Darwin nur 22 beobachtet hat; auch fand Forbes bedeutend mehr Insekten als Darwin. Dieser Unterschied ist leicht erklärlich, denn Darwin ist nur kurze Zeit auf der Insel gewesen und hat daher wohl manches übersehen, und dann sind inzwischen auch einige Pflanzen — und wohl auch Insekten — neu hinzugekommen.

Von den Keelings aus ging Forbes zunächst nach Java zurück und begab sich nach der Provinz Bantam, wo er auf den großen Besitzungen eines Engländers Sammlungen anlegte und Beobachtungen anstellte. Hier

machte er einige interessante Beobachtungen an den Nestern von Webervögeln (*Ploceus hypoxanthus*). Bekanntlich findet man auf dem Boden der Nester stets einen Lehmklumpen, von welchem E. C. Layard vermutet hat, daß er den Vögeln dazu diene, ihre Schnäbel daran zu reiben. Forbes vermutet dagegen, daß derselbe vielmehr dem Nest als Balast diene, um es in einer bestimmten Lage zu erhalten und ein schädliches Schwanken oder Umkippen zu verhindern. Diese Ansicht scheint uns in der That die richtige zu sein. Ihren Schnabel können die Vögel doch überall außerhalb des Nestes wetzen, dazu brauchen sie doch nicht einen besonderen Lehmklumpen auf dem Grunde des meist retortenförmig gestalteten Nestes. Gewöhnlich hängen die Nester so zwischen den kunstvoll verschlungenen Halmen eines Rohrdickichts, daß der Hals der Retorte sich nach unten öffnet. Forbes beobachtete aber auch eine ganze Anzahl von Nestern, bei denen der Hals kürzer und nach oben gerichtet war. Leider hat er verabsäumt, zu konstatieren, wo sich in diesen Fällen der Lehmklumpen befand. — Eine der interessantesten biologischen Entdeckungen, welche Forbes hier machte, betrifft einen höchst merkwürdigen Fall von Mimicry. Eine Spinne aus einem neuen Genus, *Ornithoscatoides*, ahmt in vollendetster Weise auf Blättern liegende Vogel-Exkremente nach. Die Spinne »macht kein gewöhnliches Gespinst, sondern webt nur auf der Oberseite eines vorstehenden dunkelgrünen Blattes ein unregelmäßig gestaltetes Häutchen von der feinsten Textur, welches sie gegen den unteren Rand des Blattes in einen schmalen Streifen mit etwas verdicktem Ende ausdehnt. Dann legt sich die Spinne auf dem unregelmäßigen Gespinst auf den Rücken, hält sich in dieser Lage dadurch fest, daß sie einige starke Dornen an ihren Vorderschenkeln unter das Häutchen schiebt, und kreuzt die Beine über der Brust. So simuliert sie mit dem weißen Hinterleib und den schwarzen Beinen den dunklen Zentralteil des Exkrementes, und das dünne gewebte Häutchen, welches sie umgibt, stellt den vertrockneten flüssigen Anteil dar, ja es scheint, als ob ein abgeflossener Tropfen am Rande verdunstet wäre und eine Verdickung erzeugt hätte. So erwartet sie vertrauensvoll ihre Beute — ein so kunstvoll gebauter lebender Körper, daß er selbst ein Paar menschlicher Augen täuscht, die ihn genau besichtigen.« — In Kosala konnte Forbes gleichfalls eine ganze Reihe interessanter Beobachtungen anstellen; so über einige Hymenopteren, die durch merkwürdigen Nesterbau die Aufmerksamkeit der Biologen erregen. Die Entwickelung der sonderbaren Schmarotzerpflanze *Myrmecodia tuberosa* konnte eingehend studiert werden. Die Pflanze besteht aus einem ziemlich dicken, stachligen Knollen, aus dem ein kleiner Stengel mit Blättern und Blüten sich erhebt. Der Knollen ist von einem komplizierten System von Gängen durchzogen, ähnlich wie ein Termitennest; in diesen Gängen wohnen kleine Ameisen. Dr. Treub und Dr. Burck vom botanischen Garten in Buitenzorg haben die Pflanze gleichfalls untersucht. Wir haben es hier mit einer jener sonderbaren Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen zu thun, wie sie u. a. auch Fritz Müller von der brasilianischen Imbauba in dieser Zeitschrift so meisterhaft geschildert hat. Die Insekten ernähren sich von gewissen Bestandteilen der Pflanze und halten zum Lohne für die ihnen

gebotene Gastfreundschaft und den Lebensunterhalt gewisse Feinde von der Pflanze fern. In dieser Gegend machte FORBES auch eine ganze Reihe wertvoller Beobachtungen über die Befruchtung von Orchideen; namentlich konnte er einige neue Fälle von Selbstbefruchtung nachweisen.

Von Kosala aus begab sich FORBES nach Pengelangan in den Preanger Regentschaften und von da über Batavia nach Sumatra, wo er zunächst einen Aufenthalt in den Lampongs nahm. Sodann machte er eine lange Reise durch die Regentschaft Palembang, die ihm wieder Gelegenheit zu mancherlei Beobachtungen an Tieren und Pflanzen und zu Studien über die Sitten und Gebräuche der Eingebornen gab. Der interessanteste Teil dieses Reiseabschnittes ist ohne Zweifel die Besteigung des Vulkans Kaba, die Schilderung seiner Flora und Fauna und der Geysir-Quellen jener Gegend. Auch in diesem Teil der Reise hat FORBES Beobachtungen über Befruchtung der Blumen angestellt. Erwähnenswert ist die Befruchtung von *Curcuma Zerumbat*. Der Blütenstiel endigt in einem Büschel schön roter, blattartiger Organe, welche für die unscheinbaren, geruchlosen, obgleich mäßig großen weißen Blüten eine glänzende, anlockende Farbenmasse bilden. Das Pistill geht durch ein Loch in den vereinigten Antheren, welche mit einem kurzen Stiel an der hinteren Wand der Blumenkrone angewachsen sind. Nach unten und etwas nach vorn stehend trägt die Anthere einen kleinen Fortsatz. Die Anthere selbst öffnet sich schräg nach oben. Wenn nun eine Hummel in die Blüte hineinkriecht, so stößt sie gegen den genannten Fortsatz und drückt die Anthere und damit auch die Narbe des Pistills nach unten und hinten. Dadurch kommt der Pollen auf den Rücken der Hummel zu liegen. Wenn die Hummel tiefer in die Blüte hineingeht, so bedecken sich der Rücken und ein Teil des Hinterleibes mit Pollen. Liegen die Antheren dem Rücken der Hummel an, so thut dies auch die Narbe, nur berührt sie entsprechend ihrer Stellung den Rücken des Hinterleibes. Wenn also nun die Hummel eine zweite Blüte besucht, so wird die Narbe jedesmal mit dem auf dem Haarkleid der Hummel liegenden Pollen in Berührung kommen und dadurch wird Fremdbefruchtung bewirkt. Sobald sich die Hummel aus der Blüte zurückzieht, erheben sich die Antheren und damit auch die Narbe nach oben, und da sie dadurch sich von dem Rücken des besuchenden Insektes entfernen, so ist ersichtlicher Weise Selbstbefruchtung ausgeschlossen. Bemerkenswert ist auch eine hier gemachte »Beobachtung über Ameisen, welche ein geflügeltes Hemipter melkten, das sie natürlich nicht gefangen halten konnten, wie sie es mit verschiedenen Arten flügelloser Aphiden machen. Das Hemipter saß ruhig, offenbar gefiel ihm die Operation, und gab in kurzen Zwischenräumen einen Tropfen von sich, den die Ameisen gierig aufsaugten.«

Den letzten Teil der Reise bis nach Palembang legte FORBES auf dem Musi-Fluß auf einem Rakit zurück. Diese Rakits sind große auf Bambusflößen schwimmende Gebäude, auf denen die Produkte des oberen Flußgebietes zur Küste geschafft werden. Dieser ganze Weg zeichnet sich durch wunderbaren Blumenreichtum aus, ganz im Gegensatz zu anderen Tropengegenden, in denen man bekanntlich viel weniger Blumen antrifft, wie man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. — Wir konnten

aus dem vorliegenden ersten Band des Forbes'schen Reisewerkes, dessen zweiter Band nach Neujahr erscheinen wird, natürlich nur vereinzelte Beobachtungen mitteilen. Nach der Lektüre des Bandes will es uns dünken, daß wir seit Bates' »Naturforscher am Amazonenstrom« und Belt's »Naturforscher in Nicaragua« nicht wieder ein so fesselndes Wanderbuch eines Naturforschers in den Tropen gelesen haben. Es ist voll der interessantesten Beobachtungen über Land, Leute, Pflanzen und Tiere; die Naturschilderungen sind prächtig. Forbes versteht zu beobachten und höchst anschaulich zu schreiben. Bekanntlich ist der fleißige Verfasser schon wieder auf einer neuen Reise begriffen, die er im Auftrage der königlichen geographischen Gesellschaft in London ausführt. Die von R. Teuscher besorgte Übersetzung ist im allgemeinen gut, wenn auch hin und wieder einige Härten hätten vermieden werden können. Wir können das Buch den Lesern des »Kosmos« durchaus empfehlen.

Frankfurt a. M. Dr. W. Breitenbach.

Die Konsolidation der Physiognomik, als Versuch einer Ökologie der Gewächse. Von Dr. Hanns Reiter. Mit einem Anhang: Das System der Erdkunde. Graz 1885. XII, 258 S. 8⁰. (M. 6,40.)

Das Buch ist nicht voluminös, aber teuer; dafür versetzt es auch der immer noch herrschenden und doch längst veralteten ästhetischen Auffassung der Pflanzenwelt, welche nur für den Künstler, für den Landschaftsmaler, aber nicht für den forschenden Botaniker und Geographen berechtigt ist, den Todesstoß und gibt einer völlig neuen Wissenschaft, die der Geist der Deszendenzlehre durchdringt und beherrscht, das Leben — der Ökologie der Gewächse.

»Wenn auch noch niemals gebührend hervorgehoben und bis in die neueste Zeit ganz vernachlässigt«, so ist die Ökologie doch ebenso berechtigt wie die Morphologie; denn im Gegensatz zur Morphologie wählt sie die Erscheinungen der Anpassung, welche der Konnex zwischen der Variabilität und den natürlichen Bedingungen der Existenz hervorgerufen, zum Ausgangspunkt, weist dieselben an jeder einzelnen Form nach und sucht dieselben von den Erscheinungen der Vererbung abzusondern, um dadurch die Ausrüstung und Thätigkeit der einzelnen Formen zu ermitteln und — gleich der Zivilisationslehre — die Gliederung derselben in die verschiedenen Stände der pflanzlichen Gesellschaft vorzunehmen. Diese Gruppierung der Pflanzen nach den Erscheinungen ihres Lebens und nach der damit zusammenhängenden Ausrüstung ist der Ökologie eine Hauptaufgabe.

Hanns Reiter unterscheidet eine allgemeine und eine spezielle Ökologie.

Erstere umspannt die Ökologie des Stoffwechsels oder die Vegetation, die Ökologie der Fortpflanzung oder die Propagation und die Ökologie der Keimung oder die Germination. Alle drei Abschnitte werden auf 161 Seiten in recht klarer, übersichtlicher Weise behandelt, ohne dabei die Schranken der Allgemeinheit zu verlassen. In der neuen

Auflage wird der Herr Verfasser gewiß diese Gegenstände einer billigen Vertiefung würdigen.

Letztere, die spezielle Ökologie, ist den Vegetationsformen gewidmet und besteht aus zwei Kapiteln.

Das erste, zum Teil historisch gehalten, bespricht in größter Kürze und Allgemeinheit die Prinzipien der Klassifikation.

Stellt die Morphologie die Pflanzen nach ihrer Verwandtschaft zusammen, indem sie den Bau und die Entwickelung der Arten in Betracht zieht, gruppiert die Physiognomik die Gestalten, die massenhaft auftreten und der Gegend ein bestimmtes Gepräge verleihen, nach ihrem Habitus: so ordnet hingegen die Ökologie die Formen nach der größeren oder geringeren Ähnlichkeit in Lebensthätigkeit und Ausrüstung und zwar in aufsteigender Richtung. Sie richtet daher ihr Augenmerk nicht auf Blüte und Frucht, sondern auf die Organisationsvorrichtungen und Lebensthätigkeiten von Stengel und Blatt, eine Forschungsrichtung, die »erst vor kurzem(!) durch die schönen Untersuchungen von SCHWENDENER[1] und HABERLANDT[2] angebahnt(!) wurde.« Trotz dieser nicht zutreffenden Auffassung greift der Herr Verfasser auf BERGE, GRISEBACH, KABSCH, KARL MÜLLER (Halle), auf SCHLEIDEN, HUMBOLDT, LINNÉ, selbst auf THEOPHRAST zurück und verurteilt sie alle, dieweil sie nicht derjenigen Wissenschaft gedient haben, die der Herr Verfasser, wie er sich schmeichelt, erst aufgebaut habe. Leider können wir diesen Verurteilungen durchaus nicht beistimmen; sie sind ungerecht und überflüssig; denn es gilt nur die Größe des Fortschrittes klar zu legen, den REITER in seinem Buche gethan hat. Derselbe besteht mehr in der Auffassung, als in der Ausführung. Denn das letzte Kapitel bietet wohl ein neues System der Vegetationsformen, dasselbe ist auch viel reicher und ausführlicher gegliedert als alle früher aufgestellten, endlich nimmt es auch billige Rücksicht auf die inneren Strukturverhältnisse und Lebensverrichtungen der Pflanzen, aber die erwartete Scheidung der Vererbungs- von den Anpassungserscheinungen haben wir bei den einzelnen Formen vergebens gesucht. Trotzdem nennen wir dieses Kapitel das vorzüglichste in der ganzen Schrift. Die aufgestellten Gruppen sind sehr brauchbar und vorzüglich charakterisiert. Schade, daß diese 70 Seiten (p. 184—256) nicht allein käuflich sind! Ihr Inhalt verdient Anerkennung und Berücksichtigung, wie schon die nackte Gruppierung der aufgestellten Formen beweist. Deshalb sei dieselbe hier noch mitgeteilt:

A) Assimilierende Chlorophyllpflanzen.
  A. Wurzellose Lagerpflanzen.
    I. Algen.
    II. Moose.
      a) Schorfmoose: Marchantienform, Cetrarienform.
      b) Laubmoose: Sphagnumform, Polytrichumform.
  B. Wurzeltragende Stammpflanzen.
    I. Landpflanzen.
      a) Kräuter.

[1] Das mechanische Prinzip . . . 1874.

[2] Die Entwickelungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. 1879.

1. Wurzelstockgewächse.
   α) Stauden: Spiräenform, Gnaphaliumform, Distelform, Meldenform, Chenopodienform, Lythrumform.
   β) Gräser: Ruchgrasform, Thyrsaform, Hirseform, Rohrgrasform.
   γ) Rosetten: Pterisform, Bromelienform, Agavenform, Arumform, — Pisangform, Ingwerform.
2. Zwiebelgewächse.

b) Holzgewächse.
1. Kronenträger.
   α) Sträucher.
      aa) Immergrüne: Oleanderform, Oschurform, Erikenform.
      bb) Periodisch belaubte: Rhamnusform, Sodadaform.
      cc) Laublose: Spartiumform.
      dd) Dorntragende: Tragakanthenform.
   β) Wipfelbäume.
      aa) Immergrüne: Lorberform, Eukalyptenform, Fichtenform, Mimosenform, Mangroveform.
      bb) Periodisch belaubte: Buchenform, Sykomorenform.
      cc) Laublose: Casuarinenform.
2. Rosettenträger.
   α) Zwergpalmen.
   β) Hochpalmen.
      aa) Schmalspreitige: Dracänenform, Vellosienform, Aloëform, Pandanusform.
      bb) Breitspreitige: Balantiumform, Palmenform, — Aralienform.
3. Büschelträger: Bambusenform.

c) Sukkulentenform: Kaktusform.

II. Wasserpflanzen.
   a) Stabile: Binsenform.
   b) Flutende: Elatinenform, Myriophyllumform, Nymphäenform, Castelnavienform.

III. Luftwurzelgewächse.

B) Chlorophylllose Schmarotzer.
   I. Haustoriumpflanzen: Neottienform, Orobanchenform.
   II. Myceliumpflanzen: Pilze.

Dresden. CLEMENS KÖNIG.

J. H. VON MÄDLER, Der Wunderbau des Weltalls oder Populäre Astronomie, erscheint seit Ende vorigen Jahres in achter, vermehrter und dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend umgearbeiteter Auflage, mit 24 astronomischen Tafeln und Tabellen, Abbildungen und Sternkarten. (Vollständig in 12 Lieferungen zu 1 M. —.) Straßburg, R. Schultz & Ko. — Unter den zahlreichen gemeinverständlichen Darstellungen des astronomischen Wissens und Forschens, welche in den letzten 10 Jahren hervorgetreten sind, behauptet die MÄDLER'sche durch Vollständigkeit, Gediegenheit und methodische Gruppierung des Stoffes immer noch die erste Stelle. Das Werk hat auf äußeren Prunk verzichtet, bietet aber dafür um so mehr an innerem Wert. Schon die siebente Auflage war nach dem Tode des Verf. durch den inzwischen gleichfalls verstorbenen Prof. KLINKERFUES in Göttingen neu bearbeitet und mit den hochwichtigen Forschungsresultaten der jüngsten Zeit bereichert worden. Die Herausgabe dieser achten, in wesentlich besserer Ausstattung erscheinenden Auflage hat Dr. HERM. J. KLEIN in Köln übernommen, wodurch schon volle Gewähr für eine würdige

Fortführung gegeben ist. Es sind darin namentlich die Abschnitte über die Sonne und die Kometen wesentlich verändert und ein Kapitel über die Sternschnuppen neu eingeschaltet worden.

Dr. C. Jacob, vorm. prakt. Arzt, Die Welt oder Darstellung sämtlicher Naturwissenschaften mit den sich ergebenden allgemeinen Schlußfolgerungen zum Verständnisse für Gebildete jedes Berufes. I. Band: Grundzüge der Naturwissenschaften und Chemie. L., 816 S. 8⁰. (M. 10,80.) Würzburg, Stahel, 1885.

Der Verf. hat sich ein hohes und weites Ziel gestellt: er will erstens das ganze fast unabsehbare Gebiet aller Naturwissenschaften in ziemlich eingehender Darstellung vorführen, zweitens dabei aber stets seinen Hauptzweck: »durch die Zusammenfassung der Einzelheiten eine klare Ansicht über das Weltganze, soweit eine solche gegenwärtig zu erreichen ist, zu geben«, im Auge behalten und demgemäß, nachdem auch Physik, Astronomie, Meteorologie, Mineralogie, Geognosie und Geologie, Botanik, Zoologie, Anthropologie im weiteren Sinne und Psychologie ebenso behandelt worden sind wie im vorliegenden Bande die Chemie, zum Schluß noch »die Folgerungen, welche aus dem vorher Dargestellten sich ergeben und Fragen betreffen, deren Beantwortung gewöhnlich dem Gebiet der Philosophie zugeteilt wird«, gründlich erörtern. Also gewissermaßen ein erweiterter Schödler (»Das Buch der Natur«), jedoch vom Einheitsstandpunkt aus bearbeitet und auf diesen und dessen Begründung wieder hinzielend. Die der Chemie vorausgehende allgemeine Einführung freilich läßt noch keine sonderliche philosophische Vertiefung erkennen: Verf. begnügt sich damit, die Begriffe Materie, Kraft, Bewegung, Atom u. s. w. in der naiven materialistischen Fassung zu definieren, um dann auf die »ruhenden Kräfte« (Schwerkraft, chemische Anziehung, Ko- und Adhäsion, Elektrizität und Magnetismus) überzugehen, denen er »die lebendige Kraft« gegenüberstellt. — Der »Chemie« kann der Wert einer fleißigen und umsichtigen Auswahl des zu allgemeinerem Verständnis Geeigneten nicht abgesprochen werden. Das für den Zusammenhang weniger Wichtige ist durch kleineren Druck gekennzeichnet.

Einen viel bescheideneren Zweck verfolgen die »Naturkundlichen Volksbücher, allen Freunden der Natur gewidmet von L. Busemann, Lehrer an der städt. Volksschule in Emden. In 2 Bänden (ca. 30 Lieferungen). Mit zahlr. Holzschnitten. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn. 1885« (bisher 4 Lieferungen zu M. —.60). Sie setzen gar keine Vorkenntnisse oder besondere Schulung voraus und sind in allgemeinst verständlicher, auf Anregung des Interesses berechneter lebendiger Sprache geschrieben. In dieser Hinsicht verdienen sie vollauf den Ehrentitel eines Volksbuches. Leider sind aber dem Verf., dem es wohl an der Muße zur gründlichen Bewältigung seiner großen Aufgabe fehlen mag, trotz anerkennenswertesten Fleißes mancherlei Versehen oder Mißverständnisse mit untergelaufen, die, obgleich oft unerheblich, doch gelegentlich sehr verwirrend wirken können (es sei hier nur an die mehrmals wiederkehrende Ansicht erinnert, das Wasser sei in größeren Tiefen »merklich dicht

gepreßt« und viel schwerer als an der Oberfläche). Die Holzschnitte sind im ganzen gut und passend ausgewählt.

Der »Bilder-Atlas des Pflanzenreichs, nach dem natürlichen System bearbeitet von Prof. Dr. M. Willkomm in Prag. 68 fein kolor. Tafeln mit über 600 Abbildungen und ca. 100 S. Text. gr. 4°. 1885 (bisher 5 Lieferungen zu M. 1.50)« ist eine neue schätzenswerte Darbietung der durch ihre Unterrichts-Bilderwerke rühmlichst bekannten Verlagshandlung von J. F. Schreiber in Eßlingen. In der That fehlte bisher ein nach dem natürlichen System geordneter, der allgemeinen Belehrung dienender Pflanzenatlas, und diese Lücke ist, sowohl was die gut gezeichneten und auch in der Farbe meist vortrefflich gelungenen Abbildungen als den knappen und doch hinlänglich orientierenden Text betrifft, hier vollkommen ausgefüllt worden. Doch können wir nicht umhin, zu bedauern, daß nicht bloß die feinere Anatomie der Pflanzen, sondern auch ihre biologischen Verhältnisse, die gesamte Physiologie u. s. w., die sich so leicht an einzelnen typischen Beispielen hätten erläutern lassen, ganz außer Betracht geblieben sind. Zur Einführung in die Kenntnis der Einzelformen aber wird das Werk vorzügliche Dienste leisten. Dem entsprechend sind auch nur 6 Tafeln den sämtlichen Kryptogamen, alle übrigen 62 den Blütenpflanzen gewidmet. Am Schluß des Textes soll noch eine Erklärung der darin verwendeten botanischen Fachausdrücke und Fremdwörter beigefügt werden.

Atlas der Pflanzenkrankheiten, welche durch Pilze hervorgerufen werden. Mikrophotographische Lichtdruckabbildungen der phytopathogenen Pilze nebst erläuterndem Texte. Für Land- und Forstwirte, Gärtner, Gartenfreunde und Botaniker herausgegeben von Dr. O. E. R. Zimmermann. Heft 1 mit 2 Taf. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1885, gr. fol. — Der vorliegende erste Bogen Text, welcher eine allgemeine Einleitung und im 1. Kapitel: Die Rostpilze (Uredineen) als Ursache der Rostkrankheiten, die Schilderung von *Puccinia graminis, striaeformis* und *coronata* bringt, läßt eine durchaus fachkundige, klare und den praktischen Zwecken des Ganzen entsprechende Behandlung auch des Folgenden bestimmt erwarten. Auch die Ausführung der Lichtdruckbilder verdient das vollste Lob, und wenn doch einzelne derselben an einer gewissen Verschwommenheit leiden, so ist das eben ein Fehler, welcher überhaupt den unmittelbar vom mikroskopischen Präparat gewonnenen Photographien noch mehr oder weniger anhaftet, weshalb diese Methode unseres Erachtens nur bei ganz besonders dazu geeigneten Objekten angewendet werden sollte, wenigstens wenn man wissenschaftliche Beobachtungen mitteilen und erläutern will. Gar oft würde eine einfache Umrißzeichnung weit mehr leisten als eine Photographie, die das Nebensächliche, Zufällige und direkt Störende mit gleicher Schärfe wiedergibt wie das wirklich Wesentliche. — Dem Prospekt zufolge sollen jedes Jahr 4—5 Lieferungen zur Ausgabe gelangen; über den Umfang des Ganzen ist nichts angegeben.

Botaniker-Kalender 1886. Herausgegeben von P. Sydow und C. Mylius. In 2 Teilen. I. Jahrgang. Berlin. J. Springer, 1886. 12°.

Ein sehr praktisch und sorgfältig gearbeitetes Hilfsmittel für jeden Botaniker (vorzugsweise allerdings für den Floristen). Der 1. Teil enthält außer dem gewöhnlichen Schreib- und Notizkalender, der hier mit den Geburts- und Todesdaten einer sehr großen Zahl von Botanikern geziert ist, auf 96 S. noch eine Menge nützlicher Mitteilungen (Präparationsmethoden, Abkürzungen, Heilpflanzen, Reagentien, Maße und Gewichte etc.), nebst Bestimmungstabellen für *Rubus, Rosa, Characeae* und *Sphagna*. Im 2. Teil, als Botan. Jahrbuch bezeichnet, finden wir auf 112 S. biographische Notizen, Personal-, Gesellschafts-, Instituts-, Vorlesungsverzeichnisse aller Art und eine sehr vollständige, nach Spezialfächern geordnete Bibliographie der gesamten deutschen botan. Litteratur von Mitte 84 bis dahin 85 (unter XIII: Mediz.-pharmaz. Botanik, z. B. auch alle wichtigeren bakteriologischen Arbeiten). — Die Herausgeber werden sicherlich durch den zu erwartenden großen Erfolg ihres Unternehmens zur Fortführung und weiteren Vervollständigung desselben für kommende Jahre ermutigt werden.

Allgemeine Naturkunde. Das Leben der Erde und ihrer Geschöpfe. In 130 Lieferungen (à 1 M.) oder 9 Bänden (eleg. geb. à 16 M.) mit über 3000 Textillustrationen, 20 Karten und über 120 Aquarelltafeln. Leipzig, Bibliograph. Institut. 1885. lex. 8⁰.

Dieses Prachtwerk kündigt sich als »Fortsetzung zu BREHM's Tierleben« an und will in gleichem Format und entsprechender, aber noch erheblich reicherer bildlicher Ausstattung folgende vier zur populären Darstellung besonders geeignete Wissensgebiete behandeln: 1) Erdgeschichte, von Prof. Dr. M. NEUMAYR in Wien, 2 Bde.; 2) Pflanzenleben, von Prof. Dr. A. KERNER v. MARILAUN in Wien, 2 Bde.; 3) Der Mensch, von Prof. Dr. JOH. RANKE in München, 2 Bde.; 4) Völkerkunde, von Prof. Dr. FRIEDR. RATZEL in München, 3 Bde.

Wo so ausgezeichnete Kräfte mit so reichen und gut verwalteten äußeren Mitteln sich vereinigen, wie es hier der Fall ist, da darf mit Sicherheit Vortreffliches in Aussicht gestellt werden. Die vorliegenden Text- und Illustrationsproben aus allen vier Werken machen den denkbar günstigsten Eindruck und lassen zugleich erkennen, wie weit jedes derselben schon vorgeschritten sein muß, so daß ein pünktliches Erscheinen der einzelnen Lieferungen bestimmt zu erwarten ist. Der inzwischen erschienene 1. Bd. von RATZEL's Völkerkunde, der die Völker Afrikas behandelt, ist eine würdige, vornehme und zugleich sehr zeitgemäße Festgabe, die eine unglaubliche Fülle anregendster Belehrung bietet. Wir empfehlen unsern Lesern das ganze Unternehmen aufs angelegentlichste und denken später eingehend auf die einzelnen Bände zurückzukommen. B. V.

Berichtigung zu S. 202 Anmerkung. Die Formel der Schienensporen von *Cochliopsyche* ist nicht 1. 1. 2, sondern 1. 2. 2.

Ausgegeben den 24. Dezember 1885.

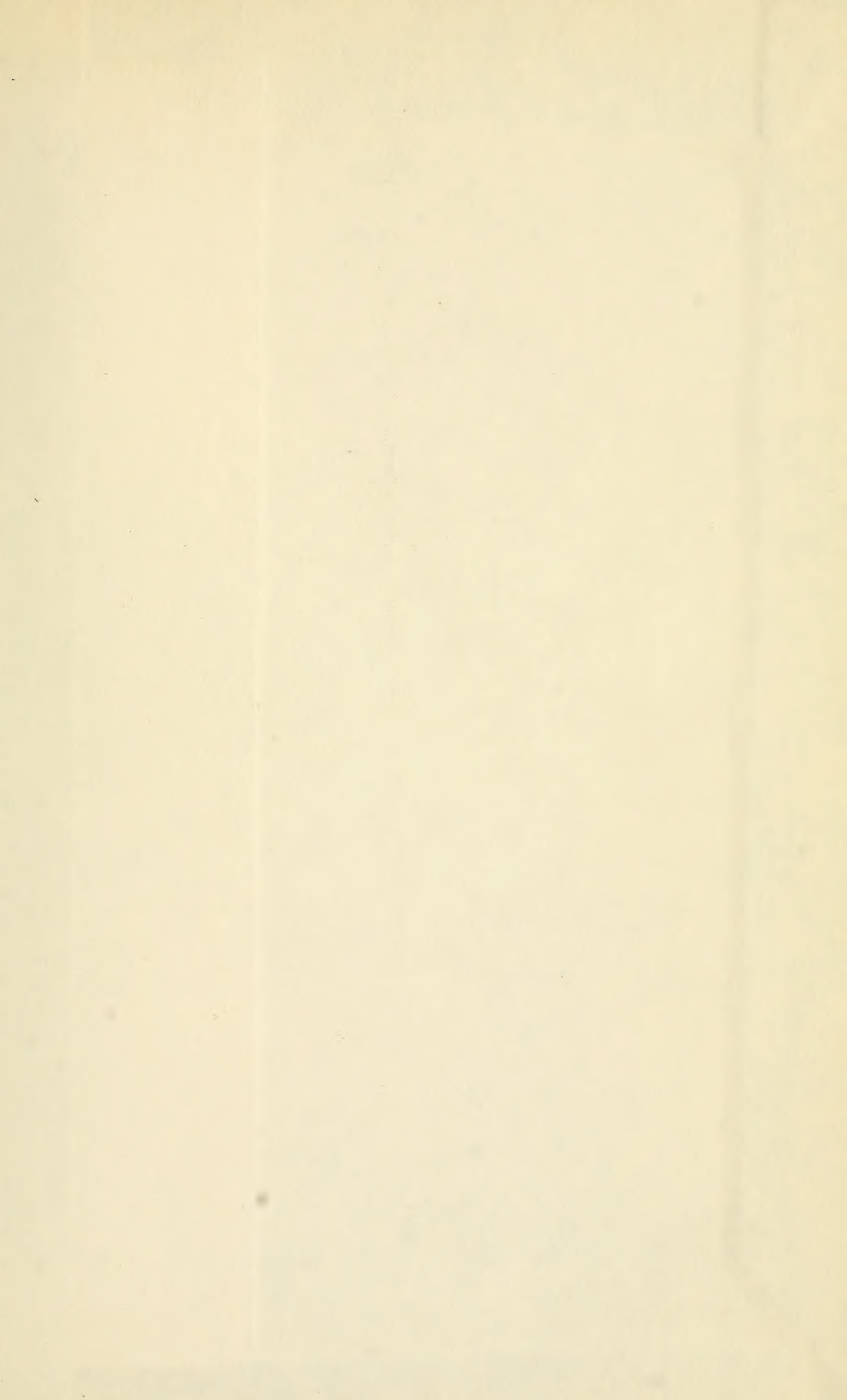












SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00876 3690